DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG

DER EXPERIMENTELLEN

Gehirn- und Rückenmarksphysiologie

VOR FLOURENS.

VON

Dr. MAX NEUBURGER.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1897.

meinem Herrn Dr. Arthur Schnitzler
zur Erinnerung an bescheidenen Anfang
1/IV 97 Der Verfasser

DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG

DER EXPERIMENTELLEN

Gehirn- und Rückenmarksphysiologie

VOR FLOURENS.

VON

Dr. MAX NEUBURGER.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1897.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

DEM PHILOSOPHISCHEN FREUNDE

DER GEHIRNFORSCHUNG

HERRN B. RITTER VON CARNERI

VEREHRUNGSVOLL GEWIDMET.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit bildet den ersten Versuch, die Hauptmomente der älteren experimentellen Gehirn- und Rückenmarksphysiologie in einer zusammenfassenden pragmatischen Darstellung zu beleuchten und diese Darstellung bis zu den epochemachenden Leistungen Flourens' und Magendie's fortzuführen.

Durch die allzu einseitige Hervorhebung des speculativen Elements verschuldete es die medicinische Geschichtsschreibung, dass man fast allgemein in der experimentellen Richtung der Physiologie eine völlig neue, unvorbereitete Errungenschaft unseres Jahrhunderts erblickt.

Nur wenige Autoren wirkten diesem Uebelstand in so bahnbrechender Weise entgegen, wie mein hochverehrter Lehrer, Professor Puschmann.

Mag man über den Nutzen der Geschichte der Medicin wie immer denken, Eines lässt sich wohl nicht bestreiten, dass die Vorstadien der exacten Forschung mindestens ebenso, vielleicht aber in weitaus höherem Grade der historischen Pflege werth sind, wie die sorgsam überlieferten und geistvoll commentirten Hirngespinnste der Jatrosophisten.

Die Literatur der älteren Experimentalphysiologie des Centralnervensystems erheischt noch ein tieferes Interesse, einerseits, weil sie die Wurzeln moderner Erkenntnis enthüllt, andererseits die Minengänge aufdeckt, welche die Naturwissenschaft im Kampfe gegen die Metaphysik schon so frühzeitig anlegte.

Eine zielbewusste Entwicklung nahm dieser Zweig der experimentellen Physiologie erst von der Mitte des 17. Jahrhunderts an.

Die Zeitperiode von Willis bis Flourens wurde daher in den Mittelpunkt dieser Arbeit gerückt, doch fanden auch die früheren Etappen des Werdeganges so weit Berücksichtigung, als es zum Verständnis der späteren nöthig erschien.

Möge diese auf Quellenstudien beruhende Schrift mit jenem Wohlwollen aufgenommen werden, welches das gewählte Thema in vollstem Masse verdient.

Wien, 13. März 1897.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

> Le régne des mots et des termes est passé. on veut des choses; on établit des principes que l'on entend, on les suit et de-là vient qu'on avance.
>
> L'autorité a cessé d'avoir plus de poids que la raison, ce qui était reçu sans contradiction, parce qu'il l'était depuis longtemps, est présentement examiné et souvent rejetté.
>
> Histoire de l'acad. des sciences à Paris. Tome I, p. 1.

Die medicinische Wissenschaft unseres Jahrhunderts vollzog in ihrem Streben nach Exactheit eine Restauratio ab imis fundamentis.

Dem technisch-inductiven Milieu ihre Hilfsmittel entnehmend, führte sie auf dem Trümmerfelde der alten Praktik und romantischen Forschung ein Gebäude auf, das im Ganzen, wiewohl manch alter Baustein nicht unverwerthet blieb, von den Grundvesten bis zum Giebel, in allen Nischen und Erkern neuzeitlichen, wenn auch nicht ganz einheitlichen Stil verräth.

Wo einst das Genie des Meisters inappellabel entschied und der Diagnose lediglich subjective Färbung verlieh, herrscht Stethoskop und Plessimeter, Reflector, Sonde; wo scharfsinnige Hypothesen ihre zarten Fäden woben, entscheidet das Scalpell des Anatomen, entlockt der unbefangene Blick durch's Mikroskop das Krankheitswesen; wo müssige Speculation im Trüben fischte, enträthselt die Eprouvette, die Wage das Stoffgewirr, das an dem Feuerherd des Organismus brodelt . . .

Der Werdegang der Medicin ist zielbewusstes Streben vom Subjectivismus zum Objectivismus.

Weit mehr als auf dem Felde der Praxis ist auf dem Gebiete der theoretischen Medicin der Zusammenhang mit dem Alten aufgehoben, und was ehedem Physiologie und Pathologie hiess, ist nicht nur quantitativ, sondern dem innersten Wesen nach verschieden von dem, was man heute unter diesem Namen zusammenfasst; denn nicht die Fülle des Wissens, nicht der Umkreis der Anschauungen, nicht der Reichthum der Methode allein ist es, der das Alte vom Neuen trennt, sondern das, was das Wissen zusammenhält und erst zur Wissenschaft macht, das Skelett, das Gefüge ist anders geworden — der Begriff der Wissenschaftlichkeit.

Die alte Forschung beruhte vorwiegend auf aprioristischen Doctrinen, die neue Forschung basirt auf rationeller Fragestellung, in Beherzigung des Bacon'schen Wortes: Prudens interrogatio est quasi dimidium scientiae.

Während einst das Ansehen der Autorität, die Anzahl der Belegstellen, die dialektische Schärfe der Beweisführung, die Kühnheit der Conjectur, die Logik der Conclusionen den Werth eines medicinischen Lehrsatzes, eines Systems bedingten, der schillernde Gedanke, erhaben über der Erfahrung schwebend, gleich einem Idol den Sitz der Wahrheit usurpirte, der geistvolle Aufbau über die Dürftigkeit des Fundaments hinwegtäuschte, gilt heute und seit vielen Decennien nur dasjenige für „wahr“, für wissenschaftlich erwiesen, was sich in den Rahmen der Erfahrung fügt, der Feuerprobe des Experiments Stich hält, der Wage und dem Massstab unterwerfbar ist und in den Bereich der Sinne oder ihrer „raum- und zeitdurchdringenden“ Hilfsmittel fällt. Die Hypothese, die einst den Rang einnahm, welcher nur erwiesenen Thatsachen zukommt, die Hypothese, die einst das wissenschaftliche Gewissen vollauf befriedigte, ist heute nur Mittel zum Zwecke, nicht Endzweck und dient der Forschung in ähnlicher Weise, wie die Hilfslinie dem Geometer. Erst nach langer kritischer

Prüfung wird bisweilen aus der Hypothese eine wissenschaftliche Theorie, welche als Frucht inductiven Forschens den Sammelfleiss krönt und in das Chaos der Erfahrungsresultate Ordnung und leitende Gedanken trägt. Eine solche Theorie ist nicht auf dem zerfliessenden Sandboden der Phantasie, sondern auf dem sicheren Felsengrunde rationeller Empirie errichtet und gleicht dem Giebelfelde eines Tempels, das, gestützt auf massige Säulen, hinausragt in die Weite.

Die medicinische Wissenschaft unseres Jahrhunderts basirt zum grössten Theile auf der Verwerthuug des Experiments, sei es, dass dasselbe im Laboratorium angestellt wird, sei es, dass es aus den Händen der Natur hervorgeht, und wenn es auch noch lange erträumt sein wird, die Medicin angewandte Physiologie zu nennen, so manifestirt sich doch allerorten der Zug zum Exacten, welches gleichsam den Interferenzpunkt von Empirie und Speculation darstellt.

Bei solchen Gegensätzen von Einst und Jetzt nimmt es fürwahr nicht Wunder, dass der meritorische Zusammenhang mit dem Wissen der Vorfahren verloren gegangen ist, seitdem die Wahrheit nicht mehr auf den vergilbten Blättern der Codices gesucht wird und jeder Tag das Alte neu und unabhängig reproduciren kann. Am meisten gilt dies für jenen Wissenszweig, der schon in seinen wechselnden Bezeichungen den Werdegang verräth, die Physiologie, welche so lange Zeit hindurch Forschung „de usu partium“ war, erst seit Haller „Anatomia animata“ hiess und sich aus einer teleologischen Geisteswissenschaft in eine echte, experimentelle Naturwissenschaft verwandelte, indem sie, durchtränkt von mathematischem Geiste, ihre Methoden der Physik entlehnte.

Den Markstein bildete das kühne Wort, das Magendie zur Losung gab: „La médicine est une science à faire.“

Dieses Wort löste die traditionellen Bande, welche Fesseln

gleich die Fortentwicklung hemmten und neuen Errungenschaften zu Gunsten falsch verstandener Pietät die greisenhaften Züge alter Lehren aufdrückten.

Magendie's Experimentalphysiologie bedeutete eine Reformation, und zum Gelingen einer Reformation ist es nöthig, die Schiffe hinter sich zu verbrennen. Es wurde, es musste Tabula rasa gemacht werden, wenn auch mit dem krausen Wuste manch edles Gut verloren ging; denn die Verhältnisse erforderten es mit gebieterischer Nothwendigkeit, dass die Medicin zur That aufgerüttelt, aus den Träumen endlich erweckt werde, mit denen sie die Verehrung der alten Dogmen umgaukelte. Wie sollte das Experiment, wie sollten Bacon's unvergängliche Grundsätze zur Herrschaft gelangen, wenn man auf halbem Wege stehen blieb, wenn man den Mantel schonte, der, aus Vorurtheil und Hypothesenspiel gewebt, das Licht des unbefangenen, gesunden Menschenverstandes verdeckt hielt?

Mit anderen Worten: Magendie und seine Mitstreber fegten das Arbeitsfeld rein vom Moder und Staub der Vergangenheit, um Platz zu schaffen für neue, wahrem Forschermühen entstammende Leistungen, welche die Grundlage für den schlichten Tempel nüchterner, vorurtheilsloser, unbefangener Erkenntnis abgeben sollten.

Und sie, die Verächter der Geschichte der Medicin, dienten unbeabsichtigt als Werkzeuge des Werdeprocesses auch dieser Wissenschaft; denn sie schufen erst den Begriff des geschichtlich Gewordenen!

Freilich datirte von derselben Zeit die masslose Geringschätzung der Geschichte unseres Fachs, weil man die Fernhaltung des geschichtlich Gewordenen von der modernen Forschung, nicht zu unterscheiden wusste von der kritischen, philosophischen Betrachtung der Geschichte. Diese bewusste oder unbeabsichtigte Verkennung

konnte in den Tagen, da die Begründung der Experimentalphysiologie noch mit den eingerosteten Vorurtheilen zu kämpfen hatte, einen Schein von Berechtigung finden; in unserer Zeit, wo eine höhere wissenschaftliche, zusammenfassende Anschauung gerade aus der Geschichte Nährstoff ziehen könnte, gibt es für eine derartige grobe Verwechslung kaum einen Entschuldigungsgrund. Aber die Gegensätze prallen hart aufeinander. Bildete vordem das Studium der Alten einen integrirenden Bestandtheil, ja den Grundstock der medicinischen Wissenschaft selbst, und schleppte man einst die vertrockneten Mumien und faulenden Leichen absoluter Lehren ans Tageslicht mitten unter die lebensfrohen Schöpfungen der selbstständig schaffenden Arbeit, und floss vordem Veraltetes und Neues, Historisches und Actuelles zusammen in einen trüben Strom, so verkannte man fürderhin, in ängstlichem Argwohn, dass die verblichenen Schemen störend ins Wirken der Gegenwart eingreifen könnten, den immer neu ergrünenden Werth der Geschichte und schuf in Unkenntnis der Vergangenheit eine Folie, von der sich allerdings die modernen Leistungen gar grell abheben mussten.

Seitdem durch Magendie das feinste Reagens für das Wahre, Entwicklungsfähige im Experiment gefunden wurde, ist die Furcht vor dem Historischen unbegründet und geradezu unwürdig, abgesehen davon, dass die Unkenntnis der Vergangenheit zu einer Ueberschätzung der erklommenen Wissenshöhe führen muss, welche dem Panier der modernen Forschung, der Wahrheit, wenig entspricht.

Nirgends zeigt sich dies deutlicher als in der Beurtheilung der Experimentalphysiologie oder einzelner ihrer Fächer, denen man mit wenig Ueberlegung geradezu eine in die Vorzeit reichende Geschichte abstreitet.

Die Grösse der wissenschaftlichen Leistungen unseres Jahrhunderts auf physiologischem Gebiete

ist eine so erhabene, offenbare, dass sie des falschen Nimbus nicht bedarf; die moderne Forschung überstrahlt an Exactheit die alte, wie Mondesglanz das Dunkel der Nacht. Diese Grösse bewundernd verehren, heisst sie, im Sinne des Spinozistischen amor intellectualis, verstehen, und dieses Verstehen ist nicht denkbar ohne Kenntnis der Geschichte ihres Werdens und Wachsens, ihrer Ursprünge und Quellen.

Auch die Experimentalphysiologie ist keine hauptentsprungene Tochter des Zeus, sie ist etwas Gewordenes, dessen Wurzeln tiefer dringen, als die Schwelle unseres Jahrhunderts liegt.

Capillare Kräfte bilden die ersten Triebkräfte des Stromes, und in den unscheinbarsten Anfängen liegt die Quelle imposanter Entwicklung. Oft ruht der kaum bemerkbare Keim einer nützlichen Pflanze Jahrhunderte lang ungenützt, bis er endlich die zu seiner Entwicklung nöthigen Bedingungen findet. Die Idee der experimentellen Lösung physiologischer Probleme ist kein Erzeugnis neuen Geistes, sie ist uralt, nur ruhte sie lange ungeachtet, um erst in unserem Jahrhundert ausgedehnte Realisirung zu erlangen, nachdem der philosophische Positivismus über den Idealismus den Sieg davongetragen hatte.

Ein Zeitraum, und seien es auch hundert Jahre, repräsentirt nur einen Querschnitt, nur eine Schichte der Entwicklungssäule, und mögen auch gewisse Eigenthümlichkeiten die Physiognomie eines Zeitalters ausmachen, so liegt das Neue, das Charakteristische doch weniger in neu auftretenden, fremden Zügen, sondern vorwiegend in der Art der Gruppirung, welche diesen oder jenen Zug schärfer hervortreten lässt. Die Summe der Elemente, die aufgewandte Geistesarbeit — auch hier gilt das Gesetz von der Erhaltung der Kraft — ist mehr oder minder die gleiche. wenn auch das

nutzbringende Facit sehr verschiedentlich ausfällt. Handelt es sich um Naturwissenschaften, um die Physiologie, so hängt dieses Facit von dem Vorherrschen exacter Facten oder gut fundirter Theorien gegenüber den vagen Hypothesen ab — ein Zustand, der die moderne Physiologie kennzeichnet. Aber immerhin handelt es sich lediglich um ein Ueberwiegen einer Forschungsrichtung, nicht um das Auftreten eines ganz neuen Elements, wenn auch die veränderte Gruppirung den ererbten und neuerworbenen Culturbesitz in ganz neuer Beleuchtung sehen lässt, wenn auch die herrschende, führende Idee die Masse des Wissens in ganz neue Formen giesst.

Die führende Idee der alten Physiologie bestand darin, den Nutzen, die Function der Theile auf dem Wege der Dialektik unter teleologischem Sehwinkel zu erschliessen; die führende Idee der modernen Physiologie ist das Streben, die Arbeitsleistung und die bewegenden Kräfte dieser Arbeitsleistung der Organe auf dem Wege des Experiments zu ergründen. In jedem Zeitraum aber, mit Ausschluss der in jeder Hinsicht ergebnislosen mittelalterlichen Perioden, trat der Antagonismus beider Richtungen hervor.

Die Denkform, welche dem Experiment im weiteren Sinne zu Grunde liegt, ist so uralt wie der menschliche Erfindungsgeist; denn die Verfertigung und Verbesserung jedes Werkzeugs beruhte ja auf einem Versuche unter bestimmten Bedingungen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass das Experiment im weiteren Sinne lange vorher im Dienste des Utilitätsprincips stand und im täglichen Leben gerechte Würdigung fand, bevor diejenigen, welche sich die Befriedigung des Erkenntnistriebes zum Ziele setzten, von dieser Methode Gebrauch zu machen anfingen. Die inductive Methode war lange vor Bacon bekannt und gepflegt, aber am

wenigsten von den Grössen der antiken und mittelalterlichen Naturforschung. Der Grund lag darin, weil man gewöhnt war, die Naturwissenschaft fast nur in dem Licht einer Geistesübung zu betrachten und jenen Theil ihres Wesens, den ihre praktische Verwerthung ausmacht, geringschätzte. Der zusammenfassende Gedanke, der das Weltbild als ein einiges Ganzes erscheinen liess, dünkte den Forschern des Alterthums erhabener als die durch Detailarbeit, durch Versuche bewirkte Wissenserweiterung. Die Scholastiker aber, im Banne des wissenschaftlichen Dogmas stehend, erniedrigten die Naturwissenschaft zu einem Tummelplatz der Disputationskunst, es galt ihnen lediglich, aus autoritativen Vordersätzen mit möglichster logischer Gewandtheit Schlüsse zu ziehen, ein Ziel, das Bacon mit den Worten: „Assensum subjugare, non res" trefflich charakterisirt. „Es würde schwer gewesen sein," sagt Macaulay, „Seneca davon zu überzeugen, dass die Erfindung einer Sicherheitslampe keine eines Philosophen unwürdige Beschäftigung sei. Ebenso würde Thomas von Aquino schwerlich zu bewegen gewesen sein, das Ersinnen von Syllogismen aufzugeben, um sich mit der Erfindung des Schiesspulvers zu befassen." Erst Bacon war es, der mehr als alle seine Vorgänger den Forschern als Ziel die Entdeckung nützlicher Wahrheiten vorsetzte und sie zum Theil in den Dienst des Utilitätsprincips stellte. Dass zur Erreichung dieses Zieles die inductive Methode mehr als jede andere geeignet ist, das wusste man wohl schon lange vor ihm, nur pflegte man sie nicht, weil die Wissenschaft eben nichts weniger als das Utilitätsprincip verfolgte: „Seneca würde nicht einen Augenblick gezweifelt haben, dass die Sicherheitslampe nur durch eine Reihe von Versuchen erfunden werden kann. Thomas von Aquino würde nie gedacht haben, dass seine Barbara und Barbalipton ihn befähigen würden, das Verhältnis zu ermitteln, worin auf ein

Pfund Schiesspulver die Kohle zum Salpeter stehen muss.“ So kam es unter dem Einflusse Bacon's dahin, dass die inductive Methode, das Experiment, ein Weg, der bisher nur von Bauern und Händlern benutzt worden war, jetzt von einer „höheren Classe von Reisenden aufgesucht wurde“, weil mit dem Vorurtheil, das im Hinstreben zu praktisch verwerthbaren Zwecken etwas Unwissenschaftliches sah, endlich gänzlich gebrochen wurde. Wiewohl aber die Verwerthung eines reichen, durch Beobachtung und Experiment gewonnenen Thatsachenmaterials erst das „technisch-inductive“ Zeitalter charakterisirt, so fehlt es doch auch in der „ästhetisch-deductiven“ und in der „scholastisch-asketischen Aera“ nicht gänzlich an Versuchen Einzelner, den unerschöpflichen Schacht der inductiven Methode der Wissenschaft zugänglich zu machen. Demokrit's komische Widerlegung von Plato's Definition, dass der Mensch ein zweibeiniges Thier ohne Federn sei, Claudius Ptolemäus' optische Untersuchungen, Galen's physiologische Experimente, die chemischen Arbeiten der Araber, Roger Bacon's Scientia experimentalis, Leonardo da Vinci's Hinweise auf die Induction geben wohl mehr als einen Fingerzeig, dass fast jederzeit unter der deductiven Oberfläche eine wenig beachtete Unterströmung begleitend dahinfloss.

Vielleicht kam diese Unterströmung gerade in der Physiologie früher als in manchen anderen Zweigen der Naturwissenschaft zu einer gewissen Bedeutung, weil sie in nächstem Connex mit der auf Empirie fussenden Heilkunde praktische Ziele zu verfolgen genöthigt war. Es sei hier nur an einige der bekanntesten Beispiele erinnert, an die Vivisectionen des Aristoteles, der Alexandriner, die toxikologischen Versuche der Attaliden, die Experimente Galen's etc. Andererseits waren es aber gerade wieder die praktischen Bedürfnisse, welche ein Vorgreifen über die Erfahrung hinaus erforderten,

das nur die Speculation zu gewähren vermochte, ein Umstand, der sich namentlich so lange geltend zu machen wusste, als nicht reiche Hilfsquellen aus den exacten Wissenschaften zuflossen, welche es einer empirischen oder gar experimentellen Physiologie ermöglichten, in actuellen Problemen die entscheidende Instanz zu bilden. Immerhin steht es fest, dass sich die Physiologie lange vor dem Galilei'schen Zeitalter des Experiments bediente, da sie insbesondere in den chirurgischen Vorfällen des Tages nicht allein Anregung, sondern auch geeignete Vorbilder für die Methode gegeben hatte. Der denkende Chirurg fand ja so häufig Gelegenheit, ein „Naturexperiment" zu beobachten und aus seinen Phänomenen Schlüsse zu ziehen, welche an Wahrheit mehr enthielten, als die äusserlich imponirenden Spiegelfechtereien der Philosophaster und Iatrosophisten. Zu allen Zeiten wirkten Fortschritte der Chirurgie im Wetteifer mit der Anatomie befruchtend auf die Erfahrungsphysiologie, während die Philosophie durch das Hineintragen dogmatischer Begriffsbezeichnungen nur hemmend eingriff.

Nicht am wenigsten lässt sich das Wechselspiel dieser beiderseitigen Einflüsse in dem Entwicklungsgange der Physiologie des Centralnervensystems beobachten auf einem Gebiete, wo in höherem Masse als irgendwo neben der Lösung medicinischer Aufgaben der Kampf mit der Metaphysik auszukämpfen ist.

Gewöhnlich huldigt man der Anschauung, dass gerade dieser Abschnitt der Physiologie erst in unserem Jahrhundert eine experimentelle Grundlage erhielt und vor dieser Zeit lediglich aus den Hirngespinnsten phantasievoller Träumer zusammengesetzt war. Dem möge entgegengehalten werden, dass bereits Galen totale oder partielle Durchschneidung des Rückenmarks, schichtenweise Abtragung des Gehirns vornahm, um über die Function dieser Organe Klarheit zu gewinnen.

In den folgenden Blättern soll der Versuch unternommen werden, dieses Vorurtheil durch gewichtige Gegengründe einzuschränken und die Hauptmomente in der Geschichte der älteren Experimentalphysiologie des Centralnervensystems ein wenig zu beleuchten. Vielleicht gelingt es, zu beweisen, dass dieses so interessante Gebiet schon in einer relativ sehr frühen Periode angebaut wurde, und dass die Errungenschaften der Jetztzeit, wenn sie auch nicht immer die letzten Endglieder einer weit zurückreichenden Kette darstellen, doch nicht selten ihre Analoga in längst vergessenen Vorarbeiten finden.

Wenn wir von einer relativ sehr frühen Entwicklungsperiode der experimentellen Hirn- und Rückenmarksphysiologie sprechen, so ist dieses Wort cum grano salis zu nehmen; denn zu einer systematischen, continuirlichen Entwicklung konnte es selbstredend nicht früher kommen, bevor nicht wenigstens die unentbehrlichsten anatomischen und klinischen Grundlagen vorhanden waren, ein Postulat, das bekanntlich recht spät erfüllt wurde. Abgesehen aber von diesem Erfordernis, welches die Nervenphysiologie mit den übrigen Zweigen der Physiologie gemeinsam hatte, lag ein gewaltiges Hemmnis ihres Werdeprocesses auch darin, dass bei den vielfachen Functionen des Centralnervensystems von einer experimentellen Erforschung derselben kaum die Rede sein konnte, bevor nicht die Lehre von der Thätigkeit der lebenswichtigsten Organe durch Experimente Basis und Stütze erhalten hatte. Was vor dieser Zeit hie und da geleistet wurde, gleicht zerstreuten Lichtpunkten, denen die Kraft fehlt, dauernde Helle zu verbreiten.

Der Anfang eines continuirlichen Fortschritts fällt erst in jene Periode, welcher Bacon und Harvey, der Neubegründer der Induction und der Neuschöpfer der Experimentalphysiologie, charakteristische Signatur verliehen. In der Mitte des 17. Jahrhunderts waren es nämlich die beiden

vielverdienten Anatomen Thomas Willis (1622—1675) und Nicol. Steno (1638—1686), welche durch ihre anatomischen Arbeiten einen sicheren Ausgangspunkt schufen und durch neue physiologische Ideen es ermöglichten, dass neben der deductiven Speculation auch das Experiment unter die Hilfsmittel der Forschung eingereiht werden konnte. Nunmehr begann ein unablässiges Bemühen, auf experimentellem Wege dem Ocean der Hypothese das feste Land der sicheren Erkenntnis abzugewinnen. Freilich handelte es sich zunächst darum, hypothetische Behauptungen zu begründen oder zu widerlegen, und lange währte es, bis man in der klinischen Beobachtung oder in der pathologischen Anatomie den unerschöpflichen Born erkannte, der am meisten geeignet ist, die Physiologie mit inspirirenden Gedanken zu versehen. In emsiger Arbeit wurde Stein auf Stein gefügt, die Basis zu schaffen, auf der endlich Flourens und Magendie, Bell und Marshall Hall die Grundvesten der modernen Hirn- und Rückenmarksphysiologie errichten konnten. Von Willis bis zu diesen Forschern zieht sich eine kaum unterbrochene Reihe.

Die ganze Aera lässt sich, abgesehen von anderen Gesichtspunkten, namentlich im Hinblick auf den Localisationsgedanken, den die Experimentalphysiologie der Speculation entnahm und immer weiter fortspann, in drei Perioden zerlegen, deren geistigen Mittelpunkt Haller's Wirken bildet: in den Zeitraum von Willis bis Haller, in den Zeitraum Haller's und in den Zeitraum von Haller bis Flourens und Magendie. Jeder dieser Zeitabschnitte besitzt ein eigenes Charakteristicum, welches dem umgebenden wissenschaftlichen Medium entstammt. Hinsichtlich der Localisationsidee stellt die zweite Periode im Sinne Hegel'scher Geschichtsauffassung die Negation der ersten, die dritte aber die Negation der zweiten und zugleich die Potenz der ersten Periode dar, d. h. der

Localisationsgedanke wurde unter Willisianischem Einflusse vertreten, durch Haller bestritten, durch die Nachfolger Haller's in anderer Modification neu begründet.

Aber auch Willis, der Ahnherr der experimentellen Gehirnphysiologie ging aus einem Milieu hervor, welches weit zurückreichenden Forschungen und der Geistesthätigkeit zahlreicher Generationen seine wesentlichsten Züge dankte. Wir haben nicht die Absicht, an dieser Stelle uns über die fast zahllosen Hypothesen zu verbreiten, welche Philosophen und Aerzte seit alten Zeiten ersannen, wenn sie es unternahmen, die Bedeutung des Centralnervensystems für das psychische und somatische Leben ins rechte Licht zu setzen*). Es gehörte mehr

*) Die Speculation nahm ihren Ausgangspunkt theils von der Vorstellung, dass das Gehirn das materielle Substrat psychischer Vorgänge bildet, theils von der Annahme, dass das Gehirn als Secretionsorgan wirkt. Beide Lehren reichen ins hippokratische Zeitalter zurück; denn in den hippokratischen Schriften wird das Gehirn sowohl als Sitz des Denkens, als auch als Schleimdrüse aufgefasst. Alle Hypothesen der Folgezeit waren nichts als Modificationen oder durch schärfere Localisation verfeinerte Erweiterungen dieser Lehren.

Die Unklarheiten des alten Seelenbegriffes brachten es mit sich, dass die Erkenntnis der psychischen Functionen des Gehirns erst sehr spät zum Durchbruch kam, um so mehr als die volksthümliche und poetische Auffassung, welche das Herz wegen der fühlbaren Beeinflussung durch die Leidenschaften zum Sitz der Seele machte, lange entgegenstand. Hatte diese Auffassung doch den mächtigsten Vorkämpfer in Aristoteles gewonnen! Die Philosophenschulen der Pythagoräer (Alkmaion 580 v. Chr.) und Platoniker erhoben das Gehirn zum Werkzeug des Denkens, der „Anima rationalis", während die Leidenschaften und die zur „Seele" gerechnete Lebenskraft in die Eingeweide verlegt wurde; Galen stand auf demselben Standpunkte, und bekanntlich fand dieser Standpunkt noch in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts massgebende Vertreter (Bichat). In dem Masse, als man den Schwerpunkt des „Seelenbegriffs" in das Geistige verlegte, bemühte man sich nach Galen, entsprechend den Grundvermögen der Seele, welche die Psychologie unterschied, Hirnlocalisationen vorzunehmen, die in klinischen Erfahrungen ihre Stütze finden sollten. Die Chirurgen hatten ja so häufig Gelegenheit, bei den verschiedensten Traumen psychische Alterationen zu beobachten, und wie leicht konnte der Anschein erweckt werden, dass in dem einen Falle mehr die Imagination (Phantasie), in einem andern der Verstand, in einem dritten das Gedächtnis gestört wurde. Den drei Grundvermögen sollten die beiden vorderen, der mittlere, der hintere Ventrikel, welche als Erzeugungsstätte des Pneuma, der Spiritus animales galten, entsprechen (Poseidonius, Aetius u. A.). Noch im 5. Jahrhundert war es der Neuplatoniker Nemesios

als ein Menschenalter dazu, sagt ein Autor, um all diese Speculationen dem Gedächtnis einzuprägen. Sie entsprangen dem Hang zur Bildung

---

(Nemesii, Episcop. et phil. de nat. homin. Lib. unus. Antverp. 1565), welcher das Gedächtnis in den hinteren Ventrikel, den Verstand in die mittlere, die Sinnesempfindung und Einbildungskraft in die vorderen Hirnhöhlen versetzte: „Hujus (sc. memoriae) instrumentum est postremus cerebri ventriculus quem et παρεγκεφαλίδα παρακρανίδα vocant, quia in eo animae spiritus comprehenditur. Sed quoniam sensuum principia et radices dicimus esse anteriores cerebri ventriculos, cogitationis medium, memoriae postremum, confirmandae haec ratione sunt ... Nam anterioribus ventriculis quoquo modo laesis sensus offenduntur ... Solus vero medius ventriculus si laedatur, cogitandi facultas labefactatur ... At vero si postremus ventriculus offendatur, sola interit memoria ... Die Theologen des Mittelalters, die arabischen Autoren und insbesondere die Scholastiker thaten ihr Möglichstes, derartige Localisationsversuche mit einem Aufwand von subtilster Spitzfindigkeit noch mehr zu vertiefen. Als die Anatomie neu erwachte und den grössten Theil der Hirngespinnste ins wahre Licht stellte, trat nur bei wenigen Forschern volle Ernüchterung ein, im Gegentheil, man gab die Speculation nicht auf, wohl sich schon Vesal sehr heftig gegen die Localisationsversuche der Scholastiker mit den Worten ausgesprochen hatte: „Hujus modi sane opificis rerum Dei in corporum fabrica artificium nunquam inspicientium, sibique liberasque undique sententias arrogantiam, sunt figmenta non absque gravi profecto impietate excogitata.“

Der philosophischen Denkweise entsprach es nunmehr, dass man nach dem imaginären Punkte fahndete, wo die einheitlich gedachte Seele residirt oder den Körper vermittelst des, je nach den herrschenden Anschauungen verschieden gedachten Nervenagens (Spiritus animales, d. h. Pneuma, Liquor nervosus, licht-, feuer-, ätherartiges, magnetisches, electrisches Nervenfluidum etc.) regiert. Am reinsten trat dieses Unternehmen in der allbekannten Cartesianischen Zirbeltheorie, oder in der Hypothese Lancisi's hervor, der den Balken zum Seelensitz erkor. Daneben wurden hie und da noch die einzelnen Seelenvermögen localisirt. Diesen Grundlagen entsprachen die Hypothesen Serveto's, Willis', Vieussens', Molinetti's, Wrisberg's, Platner's, Digby's und vieler Anderer, die den Plexus chorioideus, Aquaed. Sylvii, die Streifenhügel, das Centrum semiovale, den Pons, die Vierhügel, das Septum, die Oblongata etc. zur Wirkungsstätte der Seele oder doch wenigstens des „Sensorium commune“ machten. Es gab kein Plätzchen, das nicht ausgenutzt wurde. Obzwar bereits Kaau in der Mitte des 18. Jahrhunderts diese Spiegelfechtereien verlachte, stand noch 1796 ein Anatom wie Sömmerring auf diesem Standpunkte.

Auch die zweite Ansicht der Hippokratiker, dass das Gehirn als Schleimdrüse wirkt, wurde durch Aristoteles, Galen und ihre Anhänger erhalten und Jahrhunderte hindurch bis zu Schneider fortgepflanzt, andererseits aber wesentlich modificirt und verfeinert, indem

einer abschliessenden Weltanschauung und befriedigten das zeitliche Bedürfnis; für den wissenschaftlichen Fortschritt leisteten sie nur das Eine, dass sie zum grossen Theile dem Localisationsgedanken einen geeigneten Nährboden darboten.

Fruchtbar für die experimentelle Forschung wurde erst die fein detaillirte Hypothese des Th. Willis, der bekanntlich in die Streifenhügel die Perception, in den Balken die Imagination, in die Hirnwindungen das Gedächtnis, ins Mittelhirn den Instinkt, ins Kleinhirn aber unter Anderem die Centralisation der lebenswichtigsten Functionen (Herzaction, Athmung, Thätigkeit der Eingeweide etc.) verlegte. Durch die letztgenannte Localisation war für das Experiment ein wichtiger Angriffspunkt gegeben, denn man brauchte nur unter Berücksichtigung der schon begonnenen Kreislaufs- und Athmungsphysiologie auf einen alten Gedanken, auf die Frage, in welchem Abhängigkeitsverhältnis das Leben zum Gehirne steht, zurückzugreifen. Der Ursprung dieser Frage lag in der Pathologie. Entsprechend dem alten hippokratischen Aphorismus hielt man anfänglich jede Hirnverletzung und seitdem den Hirnventrikeln die Bereitung des Pneuma zugeschrieben wurde, jede in die Ventrikel reichende Hirnverletzung für unbedingt tödtlich.

Mit der Erweiterung der chirurgischen Erfahrungen musste dieser Satz eine gewisse Einschränkung erleiden, als deren Ausdruck die auf Chirurgie und Thierversuche gegründete Lehre des Herophilus von der Tödtlichkeit der Verletzung des vierten Ventrikels erscheint. Schon Musa und Galen bemerkten, dass Hirnwunden häufig heilen, und ebenso sprachen sich mehrere mittelalterliche, sowie spätere Chirurgen vor der Willisianischen Periode dahin aus, dass nach ihren Beobachtungen nicht jeder Fall eines Hirnsubstanzverlustes letal endigt (Berengar, Andreas a Cruce, Franc. Arcaeus, Fallopio, Brassavola, Paré, Gemma, Koyter etc.). Als mit dem Wiedererwachen der Anatomie

---

man das Gehirn, respective die Gehirnrinde, zum Secretionsorgan der aus dem Blute abgeschiedenen „thierischen Geister" machte. Selbstredend schrieben die Anatomen, als der Bau des Organes genauer studirt wurde, wieder den einzelnen Abschnitten eine verschiedene Bedeutung für die Bereitung oder Fortleitung des Nervenagens zu. Eine Stütze erhielten diese Annahmen besonders dadurch, als Malpighi und Wharton den drüsigen Bau des Gehirns nachgewiesen zu haben glaubte. Allerdings wurde die drüsige Structur des Gehirns bereits von Ruysch bekämpft, nichtsdestoweniger dachte man sich aber mindestens bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Bereitung und Ausscheidung des als Fluidum gedachten Nervenagens unter dem Bilde einer Drüsensecretion. Aus der Schleimdrüse war eine Drüse geworden, welche das Nervenfluidum secernirt.

Thierzergliederungen eifrig betrieben wurden, griff man auch zu den lange vergessenen Vivisectionen, um neue Kenntnisse zu sammeln. Ja, man könnte sich geradezu versucht fühlen, dem Umstande, dass die Anatomen in Ermangelung menschlicher Cadaver genöthigt waren, an Thieren zu arbeiten, einen günstigen Einfluss auf die Entstehung der Experimentalphysiologie zuzuschreiben; denn die Anatomen waren zugleich Physiologen, der Sectionstisch zugleich der Experimentirtisch*). Unter den Forschern des 16. Jahrhunderts, welche in diesem Sinne auch gehirnphysiologische Themen bearbeiteten und insbesondere der Frage über die Lebenswichtigkeit des Hirns nachgingen, ragt namentlich Koyter hervor. Derselbe verletzte oder exstirpirte verschiedenen Thieren (Säugethieren und Vögeln) das Gehirn und beobachtete, ob sie weiterleben und welche Functionsstörungen sie aufweisen. Das Resultat lautete folgendermassen: „Quod summa admiratione dignum existit, Brutorum viventium cerebra detexi, vulneravi et intactis nervis eorundemque principio et ventriculis mediis illaesis exemi, at nullum vel vocis, vel respirationis, vel sensus, vel motus offensionis signum in iis deprehendi. Aves absque cerebro aliquamdiu vivunt, ut quilibet in gallinis vel pullis gallinaceis, si rostrum superius cum dimidia capitis parte absciderit, cerebrique majorem exemerit partem, experiri potest.“ Bezüglich des letzten Satzes sei darauf verwiesen, dass die kurze Fortdauer der Bewegungsfähigkeit der Vögel nach der Abtrennung des Kopfes längst bekannt war; liebte es doch schon Kaiser Commodus, dieses Phänomen an Straussen hervorzurufen. Derartige Resultate führten

---

*) Man liest bereits bei Vesal (De corp. hum. fabr. Lib. VII) eine Anweisung zur Vivisection. Primum igitur animal (meist Schweine) ut supinum jaceat, anterioremque colli sedem et liberum corporis truncum porrigat, asseri ita quam poteris, validissime pro tua industria rerumque copia, alligabis. Non enim arduum est, asserem quempiam sumere, cui foramina insunt ligandis cruribus apta: aut si nulla adsint foramina, prompte asseri duo baculi subjiciuntur, illisque crura advinciuntur. Inter caetera autem, superioris maxillae praecipua habenda est ratio, ut illa valide asseri firmetur, quod feceris catenula, aut corda quapiam rubustiori ante dentes caninos ligata, ac dein cuipiam asseris annulo aut foramini aut ut commodius duxeris commissa, ut scilicet collum exporrectum, caputque immotum sit et interim animal libere respiret clametque.

Realdus Columbus, der die Vivisection mit den Worten empfiehlt, dass man aus einem Thierexperiment in einem Tage mehr lernen könnte, als aus monatelangen Pulsuntersuchungen, gab ebenfalls Vorschriften für die Anstellung von Versuchen: „Tabella adsit necesse est supra infraque foraminibus eo ordine distincta, ut iis vinculis suscipiendis sat sint, quibus quatuor canis crura vincias, ita tamen, ut explicata sint et distincta. Caput item eo modo deligandum est: ut canis quidem vociferari possit, at non mordeat.

natürlich bald zu der Schlussfolgerung, dass das Gehirn wenigstens nicht in toto zum Fortbestand des Lebens nöthig sei. Im 17. Jahrhundert waren es u. A. Boyle, Redi und Swammerdam, welche an Kaltblütern oder Insekten derartige Beobachtungen machten. Der Erstgenannte sah, dass Schmetterlinge der Seidenraupe nach Abtragung des Kopftheiles nicht bloss fortleben, sondern sich sogar noch begatten können, wobei es ihm jedoch nicht entging, dass die Spontaneität Einbusse erleidet: „Quamvis enim mas, cui prius amputatum est caput, nequaquam adduci posset (quaecumque insecti illius est salacitas) ut feminam comprimeret, decollata tamen femina marem alacriter admisit. Et licet post horas aliquot coitu insumptas ita requierit immota, ut mortuam per multas horas cogitarem . . . tandem vero postquam jam diu de vita ejus desperatum esset, ova foetare tam confertim coepit, ut vel exiguo temporis intervallo eorum plura in manu mea deponeret.“ (The works of the honor. Rob. Boyle, London 1772, Vol. II, p. 71). Hingegen ertrugen Frösche in seinen Versuchen die Herausnahme oder Zerstörung des Gehirns nicht.

Redi stellte eine Menge von Experimenten an Säugethieren, Vögeln und Schildkröten an, um die Bedeutung des Gehirns für den Fortbestand des Lebens und die Bewegung zu studiren. Besonders die Schildkröten verhielten sich sehr widerstandsfähig gegen Hirnzerstörungen: „Ad una di quelle (sc. Tartarughe terrestri) nel principio di Novembre, fatto un largo forame nel cranio, cavai pulitamente tutto il cervello, rinettando bene la cavità, a segno tale, che non vene rimase ne pure un minuzolo: lasciando poscia scoperto il forame del cranio, misi la Tartaruga in libertà, ed essa, come de non avesse male veruno, si movea, e camminava francamente, e si aggirava brancolando, ovunque le piacea: ho detto brancolando, perchè dopo la perdita del cervello verrò subito gli occhi, e non gli apri piu mai: la Natura instanto vera, e sola medica de' mali, in capo a tre giorni con una nuova tela di carne copri, e ben serrò il sopradetto largo forame del cranio, la dove mancave l'osso; e la Tartaruga non perdendo mai la forza del camminar liberamente a sua voglia, e del far ogni altra moto, visse fino a mezzo Maggio; sichè ella campò sei mesi interi.“ (Opere, Napoli 1741, Tom. I, p. 78).

Der um die Insectologie so hochverdiente Swammerdam theilte ebenfalls eine grosse Zahl von einschlägigen merkwürdigen Beobachtungen mit. Derartige, auch von zahlreichen anderen Autoren berichteten Erfahrungen waren geeignet, die alte Meinung zu erschüttern, dass im Gehirne ausschliesslich die Kraftquelle jedweder organischen Thätigkeit gelegen sei.

Eine Spur von Localisationsversuchen lässt sich doch bereits in diesen sozusagen prähistorischen Experimenten verfolgen; denn schon 16 Jahre vor Koyter schrieb der Neapolitaner Professor Franciscus

Catus, man könne sich auf experimentellem Wege von der Tödtlichkeit der Verletzungen im vierten Ventrikel überzeugen. „Experimento facile comprobare se posse: reliquae cerebri partes omnes, licet vulnerentur, non tamen statim mors sequitur; at vulnerato posteriori ventriculo, extemplo animal concidere, ac interire conspicimus.“ (Citirt nach Morgagni, De sed. et caus. LII.)

Obzwar Galen das Rückenmark als Gehirn der abwärts gelegenen Theile betrachtete, befestigte sich im Lauf der Jahrhunderte doch immer mehr die Ansicht, dass nur das Gehirn ein einigendes Centrum darstelle, während das Rückenmark als untergeordneter Leiter der Impulse diene. In der experimentellen Erforschung seiner Functionen kam man trotz zahlreicher Vivisectionen über die Erfolge Galen's nicht hinaus, der als Erster die Motilitätsstörungen nach Rückenmarksdurchtrennung studirte. Als Paradigma wollen wir nur Vesal anführen, dessen Resultate Jahrhunderte lang nicht übertroffen wurden: „Verum si quis medullae dorsalis munus rimari statuisset, visurus, qui ea laesa, partes laesioni subditae, sensum motumque perdant, huic licebit canem ita asseri cuipiam aut trunco alligare, ut dorsum cervicemque porrigat, quo dein grandiori cultro vertebrarum aliquot spinae praescindi queant, tandemque dorsalis medulla ea sede nudari possit, qua illam quis secandam arbitrabitur; nihil enim facilius est, quam tunc videre motum sensumque subditarum sectioni partium aboleri.“

Da wir in der folgenden Darstellung auf die Vor-Willisianische Zeit zurückgreifen werden, so wollen wir uns hier nicht ins Einzelne verbreiten, sondern nur noch auf eine Versuchsreihe hinweisen, die in der chirurgischen Praxis ihren Ursprung nahm, auf die Untersuchungen über Hirnbewegung. Diese hatte man schon sehr frühzeitig gelegentlich der Operationen oder in Fällen von Schädelverletzungen beobachtet. Begreiflicherweise erregte dieses Phänomen die Aufmerksamkeit der Forscher in so hohem Grade, dass man bei den Vivisectionen darauf achtete, ob Hirnbewegung vorhanden ist oder nicht. Doch kam es im Gegensatz zu den chirurgischen Erfahrungen zu keiner Einigkeit unter den Beobachtern. Beispielsweise Koyter konnte das Phänomen nicht bemerken, während es Realdus Columbus niemals vermisste. Der Erstere schildert die Vergeblichkeit seiner Untersuchungen mit den Worten: „Agnorum, hoedorum et canum viventium, quo certo, num cerebrum movetur, deprehenderem, aperui capita at nullum cernere quivi in iis motum.“ (Ext. et int. principal. corp. hum. part. tabul. atque anat. exercit. etc. Norimberg 1572.) Letzterer hingegen sagt in der Beschreibung einer Vivisection: „Praeterea videre licet, quo pacto cor, non modo ut omnes norunt, dilatatur atque constringitur, sed cerebrum quoque quod paucis notum est.“ (De re anat. Lib. XIV.)

Die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie im Zeitraum von Willis bis Haller.

Man wollte Gold machen und erfand ein noch nützlicheres Material.
Burdach.

Die von einzelnen Autoren, theils im sclavischen Anschluss an Galen, theils nach dem Vorbilde chirurgischer Fälle hie und da angestellten Experimente bildeten, ebenso wie die gelegentlich gewonnenen Ergebnisse der Zootomen nur die ersten Ansätze zur Entwicklung des Gehirn- und Rückenmarksexperiments. Bisher fehlte es, abgesehen von der Frage nach der Lebenswichtigkeit, an Gedanken, welche gleich einigenden Krystallisationspunkten wirkend, die experimentellen Forschungen zielstrebend unter einen höheren Gesichtspunkt brachten und hiedurch in eine Sphäre erhoben, wo sie gleichberechtigt der Speculation entgegentreten konnten.

Eine neue Epoche beginnt mit Willis.

Verharrt man in der Betrachtung des ganzen Werdegangs nicht bei Nebensächlichkeiten, so tritt bereits in dieser Epoche jene markante Dauerlinie hervor, deren Verlaufsrichtung durch den Localisationsgedanken bestimmt wird. Die Localisationsidee, um die sich so viele Jahrhunderte hindurch die unfruchtbare Speculation rankte, war es, welche zuerst der experimentellen Methode Eintritt in jenes Gebiet

ermöglichte, das so unendlich lange Zeit den Tummelplatz der Hypothesen abgegeben hatte und durch Appellation an die Erfahrung ein Präcedens von weittragendster Bedeutung schuf.

Dieses Ereignis konnte sich erst vollziehen, seitdem die Localisationshypothesen nicht allein das psychische, sondern auch das physische Leben in das Bereich ihrer Speculation brachten. Die Willisianische Localisation war die erste, welche einen greifbaren Berührungspunkt bot und begünstigt durch den experimenteller Forschung nicht abholden Zeitgeist eine neue Aera der Gehirnphysiologie eröffnete, indem sie dem Kleinhirn Functionen zuerkannte, die einer naturwissenschaftlichen Untersuchung zugänglich waren.

Dementsprechend entwickelte sich vor Allem das Kleinhirnexperiment zur vollen Blüthe, während die Versuche am Grosshirn anfangs nur secundäre Bedeutung hatten. Einem höheren Flug des Grosshirnexperiments stand vornehmlich der Umstand im Wege, dass man gewöhnlich die centrale Sinnesperception nicht an verschiedenen Hirnstellen localisirte, sondern von einem einheitlichen „Sensorium commune“ abhängig machte, wenn auch einige Forscher pathologisch-anatomischen Erfahrungen zu Folge die wahren Thatsachen vorausahnten, wie z. B. der treffliche deutsche Physiologe Bohn. Fruchtbringender für das Grosshirnexperiment hätte die bekannte Balkentheorie des Lancisi wirken können, welche in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts von französischen Chirurgen eifrigst vertheidigt wurde, wenn nicht die noch immer herrschenden Cartesianischen Anschauungen die Nachprüfung durch den Thierversuch — Thiere galten als seelenlose, automatenartige Maschinen — abgelehnt hätten.

Von grossem Einfluss wurde hingegen die merkwürdige Hypothese, die Pacchioni und Baglivi aussannen, welche beide die harte Hirnhaut nicht allein für den wichtigsten

Theil des Gehirns, ja des ganzen Organismus erklärten, sondern auch von derselben alle Empfindung und Bewegung ableiteten. Trotz der gewaltigen Irrthümer, welche diese Forscher verbreiteten, nützten sie dennoch nicht wenig dadurch, dass sie selbst zahlreiche Thierversuche anstellten und Freunde sowie Gegner zu Versuchen anregten, die sich auf die Hirnbewegung und die in Frage gezogene Sensibilität der Dura bezogen. Es wurden Probleme aufgeworfen oder vertieft, welche die späteren so bahnbrechenden Leistungen von Schlichting, Lorry, Lamure und Haller hervorriefen.

Neben den localistischen Hypothesen wurden auch die kritischer betrachteten Erfahrungen, mit denen die Chirurgie und die neugeschaffene pathologische Anatomie das Wissen bereicherten, zu einem Born von Gedanken, die experimenteller Realisirung fähig waren. Und gerade diese Gedanken verhalfen der noch immer zu wenig gewürdigten Methode zu Erfolgen, welche ihren Werth sinnfällig bekundeten. Das Gesetz der contralateralen Innervation wurde weder durch die klinische Beobachtung, noch durch die oft verwirrenden Befunde der pathologischen Anatomie in der Weise klargestellt, wie es durch das Experiment geschah.

Fast gänzlich unter dem Einflusse der Pathologie standen die Versuche über die Functionen der Oblongata und des Rückenmarks; diese Versuche legten die ersten Grundsteine zum Aufbau der exacten Wissenschaft. So erweckten denn die Hypothesen einerseits, die Pathologie andererseits das Interesse für experimentelle Untersuchungen in einem Masse, dass gerade die besten Kräfte sich immer mehr der speculativen Richtung entzogen, dass gerade die hervorragendsten Autoren, in klarer Erkenntnis der Wechselbeziehung von Theorie und Praxis, die Bedeutung des Thierversuchs für die Erfordernisse der praktischen Medicin erwogen und vertheidigten. Man lernte an den wachsenden Erfolgen, dass

die neuerwachte exacte Methode mehr als die Empirie, mehr als die Speculation den Hang, den Zusammenhang der Phänomene zu ergründen, das „per causas scire“ zu befriedigen vermag.

Bereits an der Wende des 17. Jahrhunderts sagt Pacchioni folgendes zu Gunsten des Wissens a posteriori: „Tutior enim est conjectura et facilior post apertam partis fabricam, ejusdem usum, inde usus alterationes, morbosum videlicet statum et ulterius curandi methodum elicere, quam ad excogitata naturam et artem accomodare“; und wenige Decennien später spricht sich ein anderer italienischer Experimentator, Molinelli, folgendermassen aus: „Quam conjecturam (das Gesetz der contralateralen Innervation) diligenter tenendam et in memoria servandam puto, ut hoc etiam illorum objurgationibus respondeamus, qui utilitate metientes omnia, nihilque honestae voluptati concedentes, haec fere anatomicorum studia improbant, propterea quod nullum inde adjumentum ad vitam hominum tuendam existere posse putant. Quid enim ad medicinam faciendam magis necessarium est, quam loca et partes cognoscere, in quibus morborum initia et causae resident.“

Der Boden, in den der Polyhistor Haller, welcher gemeiniglich für den Gründer der Experimentalphysiologie ausgegeben wird, saatspriessende Keime legen konnte, wurde durch solche Ansichten vorbereitet.

Die Methode, welcher sich die Physiologen bedienten, hing von dem Stande der Chirurgie ab, die gerade damals die Technik der so häufig angewandten Trepanation auszubilden strebte. Freilich liess die Ausführung viel zu wünschen übrig, und nicht wenige Thierversuche ergaben nur deshalb so irreführende Resultate, weil man die Folgesymptome der Knochensplitterungen, Blutextravasate etc. von den factischen Ausfallserscheinungen nicht trennen konnte.

Von einer genaueren Localisation des Eingriffs war nur in den seltensten Fällen die Rede, da man die scharfen Instrumente, welche durch die Trepanöffnung eingeführt wurden, meist in die Tiefe, bis zur Basis, stiess und somit gewöhnlich die Oblongata mitverletzte. Noch weniger Zwang that man sich in der Breitendimension an, die Wahl des Ortes, den man zur Eingriffsstelle an einem bestimmten Gehirnabschnitt benützte, wurde für völlig indifferent gehalten. Die Ursache lag vornehmlich in dem noch niedrigen Entwicklungsgrad der Gehirnanatomie, welche erst seit den bahnbrechenden Arbeiten eines Malpighi, Leeuwenhoek, Lancisi, Santorini, Pourfour du Petit, Morgagni u. A. die feineren Structurverhältnisse berücksichtigte und namentlich über den Bau der Marksubstanz, über den fibrösen Zusammenhang der Hirnabschnitte im Unklaren liess. Die Verworrenheit der Versuchsbedingungen konnte zu keinen reinen Resultaten führen, der Grundsatz wahrer Experimentirkunst: „L'art de demêler les faits simples est tout l'art des expériences“ (Flourens) war noch fremd.

Ein weiterer Fehler lag darin, dass der Factor, den die Zeit bildet, noch gar nicht beachtet und in Folge dessen die anfänglichen Reizsymptome mit den bleibenden Functionsstörungen confundirt wurden.

Bei der Wahl der Versuchsthiere verfuhr man ebenfalls ziemlich scrupellos, indem die Forscher weder das Alter, noch die individuellen, pathologischen Eigenheiten in der Beurtheilung gebührend berücksichtigten. Meist kamen Hunde, Vögel, oder Kaltblüter zur Verwendung.

Doch trotz der grossen Mängel wurden hie und da, freilich mehr dank dem Zufall als in Folge der Versuchsanordnung, ganz nennenswerthe Ergebnisse erzielt, welche im Wettstreit mit den Befunden der Kliniker und Anatomen die Wissenschaft vorwärts brachten, und selbst die fehler-

haften Resultate bargen neue Aufgaben in sich, welche späterhin den Schülern Haller's und Stahl's, sowie den französischen Chirurgen Stoff in Fülle boten.

Deutschland, der Pflegestätte des Hypothesenspiels, entstammten damals verhältnismässig die wenigsten Experimentalphysiologen, während die italienische, englische und französische Medicin ihre besten Vertreter auf den Kampfplatz der experimentellen Forschung entsendeten.

I.

Das Kleinhirnexperiment.

Immerito enim ullus aliquis ipsorum reprehendatur, propterea quod invenire non potuerint, imo laudandi potius omnes, quod investigare conati sunt. Bohn.

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts trat auf dem Gebiete der Gehirnphysiologie eine gewaltige Umwälzung der Forschungsmethodik ein, welche ihren Ursprung der, durch Harvey's Entdeckung veränderten Denkweise dankte, ihren nächsten Anlass in der Localisationstheorie fand, welche von Thomas Willis in seinem unvergänglichen Werke niedergelegt worden war.

Seitdem die Erkenntnis von der Bedeutung des Gehirns als Substrat der Psyche und als Kraftquelle animaler und vegetativer Lebensäusserungen festere Wurzel gefasst hatte, warf sich immer wieder das Problem auf, ob das Organ aus functionell gleichwerthigen oder functionell differenzirten Theilen bestehe. Die Anatomie, welche tiefer in die Feinheiten des Baues eindrang und durch genauere Beschreibung der morphologischen Verschiedenheiten dem causalen Denken reichlich Nahrung bot, noch mehr die chirurgische Erfahrung, die von dem wechselvollen Ausgang und Symptomencomplex der Schädelverletzungen Kenntnis brachte, verlockte frühzeitig speculative Geister, aus dem dünnen Faden angeblicher Beobachtungen ein ganzes Netz von kühnen Localisationshypothesen auszuspinnen, welche sich naturgemäss einer experi-

mentellen Kritik entzogen, da sie meist nur psychisches Gebiet tangirten.

Die Willisianische Theorie war die erste, welche den Zusammenhang des Centralnervensystems mit den Vitalorganen schärfer präcisirte und hiedurch zu prüfenden Thierversuchen anregte, zumal sie in einer Zeit veröffentlicht wurde, in der das Experiment auf dem Gebiete der Physiologie des Kreislaufs und der Respiration bereits zur Herrschaft gelangt war; letzteres Moment gab auch den Ausschlag, dass die Frage, welcher Hirnabschnitt zum Leben unbedingt nöthig sei, in das genauer präcisirte Problem: Welcher Hirnabschnitt steht mit der Fortdauer der Herzaction in unmittelbarem Zusammenhange? verwandelt wurde.

Die unvergleichliche Reformation, die Harvey's Entdeckung in der physiologischen Denkweise bewirkt hatte, bekundete sich besonders sinnfällig darin, wie die Gedankenschöpfung des grossen englischen Hirnanatomen aufgenommen wurde. Hatte es bisher nur der rationellen Verknüpfung von philosophischen Begriffen mit anatomischen Conjecturen bedurft, um einer Hypothese längeren Bestand zu sichern, so forderte man jetzt schon einen experimentellen Untergrund; hatte sich bisher der wissenschaftliche Streit in dialektischen Scheingefechten abgespielt, so rief man nunmehr den Thierversuch zur Entscheidung an, um über den Werth eines Systems schlüssig zu werden.

Am meisten förderte dieses Streben, wenn wir den Zeitgeist in einem Manne von ausserordentlichem Einflusse personificirt sehen wollen, der ebenso weitschauende, wie kühl und scharf urtheilende dänische Forscher Nicolaus Steno (1638—1686), welcher mit vernichtendem Spotte die phantastischen Versuche, im waghalsigen Gedankenfluge der strebsamen Arbeit der Jahrhunderte voranzueilen, zurückwies und

der Sturmfluth des speculativen Treibens einen wirksamen Damm entgegensetzte.

Schon wenige Jahre nach dem Bekanntwerden der Willisianischen Hirnlehre, erschien seine Abhandlung „De cerebri anatome“ [1]), welche durch die Person ihres, um Anatomie und Physiologie so hoch verdienten Autors, noch mehr durch die Gewalt der Argumente, den Umkreis ihrer Betrachtung und durch die Klarheit ihrer, zündende Begeisterung und kalte Ironie verknüpfenden Darstellung sichere Gewähr für weitreichende Bedeutung in sich trug.

Mit Sehnsucht erwarteten die Zeitgenossen das gereifte Schlusswort dieses Mannes über den Stand der Lehre vom Bau und der Leistung des Gehirns, ein Endurteil über das Gemisch der widersprechenden Meinungen und Doctrinen, mit denen die Geister erfüllt waren.

Da traf sie ungeahnt das zermalmende Ignoramus eines Forschers, der nicht den schlechtesten Theil seiner sorgsamen Studien in den Dienst der Hirnzergliederung gestellt hatte. das zerschmetternde Urtheil über die bisherige Methode, die kaum geschaffen wäre zur Aufdeckung der rohesten anatomischen Verhältnisse, geschweige denn zur Ermittlung der geheimnisvollen Function, die sich hinter der Form verbirgt.

Den lapidaren Eingangsworten: „Ingenue et aperte agnosco meam, in hac parte inscitiam. Utinam vero me solum eo impellat conscientia ejusmodi, aliena quippe sapientia frui aliquando sperarem!“ folgt die Kritik über die damalige Anatomie und die Verwerfung der auf vagen Conjecturen basirenden physiologischen Hypothesen, besonders des Des Cartes und Willis. Wie darf man Autoren, die schon in der anatomischen Beschreibung nicht mit der erwünschten Sorgfalt verfuhren, auf das unsichere Gebiet der Hypothese folgen — das ist das Resumé, welches Steno zwischen den Zeilen lesen

lässt; noch wäre die Zeit für gehirnphysiologische Theorien nicht gekommen!

Doch nachdem er Tabula rasa gemacht — eine That, die im Negativen so viel Positives brachte und zur Anbahnung der Fortschrittes unumgänglich nöthig war — entwarf er, der Zukunft Grösseres anheimstellend, ein Programm für die weitere Forschung in Worten, die gleich Saatkörnern auf den umgeackerten, neuempfänglichen Boden fielen.

An die Stelle einer seichten, teleologischen Physiologie, die der höchsten Weisheit die eigenen kleinlichen Gedanken unterschiebt, habe eine unbefangene Methode zu treten, die aus vielen, auf mannigfachen Wegen gewonnenen Thatsachen bescheidene Schlüsse zieht. Zu diesem Zwecke müssten ernsthaft neben der descriptiven, die vergleichende, embryonale und pathologische Anatomie in Angriff genommen werden. Von ganz besonderem Werthe aber sei das Thierexperiment, welches im Verein mit den übrigen Methoden den besten Aufschluss über die Function bringen könnte.

Durch künstlich gesetzte Läsionen des Gehirns, durch Application von verschiedenen Reizmitteln und Medicamenten an die Oberfläche des Organs, oder durch Einführung von diesen Stoffen in die Blutbahn könne man beobachten, ob und welche Functionsstörungen eintreten, was ihre Folgen seien; aus dem Ausfall könne man auf die normalen Vorgänge schliessen und eventuell sogar Mittel zur Beseitigung der Störungen finden [2]).

In diesen Worten, die zu dem Besten gehören, was die medicinische Literatur des 17. Jahrhunderts enthält, ist das Arbeitsprogramm für die exacte Physiologie des Nervensystems entworfen, nicht bloss für damals, sondern bis in unsere Tage. Wie ein Blitz im Dunkel der Nacht aufflammt und in jäher Helle das Wolkengetümmel übergiesst, so erhob sich Stenon unter seinen Zeitgenossen, die ihre krassen Irrtümer

für Wahrheit hielten, im Bestreben, der kleinen Zahl, die überhaupt zu sehen vermochte, die Binde von den Augen zu ziehen.

Die Nachwirkung der Stenon'schen Philippica manifestirte sich nicht zum mindesten darin, dass man anfing, die Willisianische Lehre, soweit sie experimenteller Untersuchung zugänglich war, zum Ausgangspunkt für Thierversuche zu machen; denn noch bedurfte die Forschung der oft gebrauchten Krücke, und sicherer erschien der Weg vom System zum Experiment, als der Pfad von der Beobachtung zur Conjectur. Während eine Reihe von Autoren Gross- und Kleinhirn für völlig gleichwerthig hielten, verlegte Willis in das letztere die oberste Leitung der vitalen Functionen und aller unwillkürlich sich vollziehenden Bewegungen. Hier konnte die exacte Methode einsetzen, denn es galt zu erweisen, dass Verletzungen, Zerstörungen oder Exstirpation des Cerebellums nicht ohne Alteration respective Aufhebung der vitalen Functionen, also der Herzaction und Respiration ablaufen können. In praxi stellte sich die Frage freilich noch einfacher dar, indem man kurzwegs untersuchte, ob die Verwundung des Kleinhirns unmittelbar tödtlich wirke. Willis setzte sich durch seine Annahme in sehr scharfen Gegensatz zu manchen seiner Zeitgenossen, die dem Herzen grosse Selbstständigkeit und Unabhängigkeit vindicirten, wie z. B. de Marchettis (1626—1688), welcher dem Herzen und den Darmmuskeln eine specifische, vom Gehirn unabhängige Bewegungsfähigkeit zuerkannte [3]).

Als durch Stenon [4]) und Lower [5]) (1631—1699) die muskulöse Structur des Herzens festgestellt wurde, erschien seine Lehre allerdings plausibel, namentlich seit C. Bartholin, der Enkel, hervorhob, dass die Reizbarkeit der Muskeln (1655—1738) auch nach Enfernung des Hirns fortbestehe.

Bevor wir die Momente berücksichtigen, welche den grossen englischen Denker zur Annahme der erwähnten Conjectur veranlassten, wollen wir den historischen Hintergrund in seinen Umrissen skizziren und den Nachweis erbringen, dass die eigenthümliche Localisationsidee nur das nothwendige Endglied einer Kette bildet, die bis ins Alterthum zurückreicht.

Was zunächst die vitale Bedeutung des Kleinhirns betrifft, so wäre zu erwägen, dass die Gefährlichkeit von Hinterhauptwunden schon frühzeitig in die Augen springen musste, und dass man, entsprechend der Theorie von den Nervengeistern („spiritus animales"), welche in den Hirnventrikeln ihre Erzeugungs- oder Aufbewahrungsstätte haben sollten, den vierten Ventrikel als den lebenswichtigsten Theil ansah. Dieser Meinung huldigte z. B. Herophilus, und auch Galen spricht sich wenigstens an einer Stelle beistimmend aus[6]).

Die Folgewirkung dieser, noch auf nüchterner Naturbeobachtung beruhenden Ansicht lässt sich auch in den Localisationstheorien mancher mittelalterlichen Autoren erkennen, welche den vierten Ventrikel mehr mit dem körperlichen Leben, die drei vorderen Hirnhöhlen dagegen mit den Geistesthätigkeiten in Beziehung brachten. Noch im 16. Jahrhundert verlegte der, ganz im Banne solcher Speculationen stehende Spanier Huarte in die drei vorderen Ventrikel Verstand, Phantasie und Gedächtnis, während der vierte Ventrikel die Aufgabe haben sollte, die „Spiritus vitales" zu bereiten und in die „Spiritus animales" umzuwandeln[7]). Als man aber später die Structur des Gehirns studirte und drüsig (Malpighi, Wharton) fand, so verlegten manche unter dem Einfluss chemiatrischer Theorien die Erzeugung der Nervengeister in die massige Hirnsubstanz, wodurch die Hirnhöhlen ihrer fälschlichen Bedeutung entkleidet wurden, die sie nur deshalb so lange besessen hatten, weil man ihre Verletzung

so häufig tödtlich enden gesehen hatte. Damit hing es zusammen, dass die Ventrikel zu untergeordneten Bestandtheilen herabsanken, und die feste Hirnsubstanz in der Werthschätzung stieg, was der scharfblickende Varolio (1543 bis 1575) schon lange vorher vorausgeahnt hatte[8]. Der vierte Ventrikel wurde zum untergeordneten Bestandtheil des Kleinhirns („ventriculus cerebelli"), und dementsprechend übertrug man die vitale Bedeutung nunmehr auf dieses selbst. Die Rautengrube empfing nur die im Kleinhirn producirten „Spiritus".

Allerdings liefen andere Traditionen nebenher. So localisirte eine, noch dem Alterthum entstammende, auf vermeintlich sicheren pathologischen Erfahrungen beruhende Doctrin, welche auch in den Neuplatonikern (Nemesius) Vertheidiger fand, das Gedächtnis in den hinteren Gehirnabschnitt; die Araber nahmen diese Lehre auf und verfeinerten sie durch genauere Localisation im Kleinhirn, resp. im vierten Ventrikel, in welcher Modification sie sich unter den Latinobarbaren erhielt und in der Folgezeit durch Männer wie Benivieni (1440—1502)[9] und Benedetti[10] (1460—1525) verfochten wurde.

Ja, selbst noch im 17. Jahrhundert bezeichnet u. A. Vesling[11] (1598—1649) oder Tulpius[12] (1593—1678) das Kleinhirn als den Sitz des Gedächtnisses auf Grund pathologisch-anatomischer Beobachtungen. Mit dieser Ansicht scheint auch die mehrfach ausgesprochene Meinung zusammenzuhängen, dass im Kleinhirn die Perception des Schalles stattfinde, wie denn Varolio den Gehörsinn und Willis das Talent für Musik dahin verlegte[13].

Parallel mit dieser Theorie lief eine andere, welche im hinteren Gehirnabschnitt den Ursprung der Bewegung suchte (Augustinus) und sich in zahlreiche philosophische und theologische Schriften des Mittelalters fortpflanzte, z. B. sollte

nach Berengar (1470—1530) der vierte Ventrikel die „Spiritus“ zur Bewegung der Glieder aufnehmen [14]).

Auch diese Vorstellung übertrug sich dann bestimmter aufs Kleinhirn, daher lehrte denn z. B. Varolio, dass in demselben die Beziehung zur Bewegung, im Grosshirn die Beziehung zur Empfindung vorwalte. Andererseits verlegten aber manche, wie Wilhelm von Saliceto (13. Jahrhundert) die willkürliche Bewegung ins Gross-, die unwillkürliche ins Kleinhirn, und diese Anschauung war es, die Willis ihrer Vergessenheit entriss, erneuerte und durch Gründe anatomischer, vergleichend-anatomischer und pathologischer Natur erweiternd, befestigte, indem er das Cerebellum zur Leitstelle aller, ohne Willensingerenz erfolgenden Bewegungen und aller vitaler Functionen (Herzaction, Respiration, Magen-, Darmbewegung etc.) machte [15]). Die Erwägungen, welche ihn hiezu veranlassten, waren vorwiegend anatomischer und pathologischer Natur, so besonders folgende: Grosshirn und Kleinhirn unterscheiden sich wesentlich in ihrem Anfbau. Während das Grosshirn mannigfaltig zusammengesetzt ist, besitzt das Kleinhirn nicht so freie Windungen und besteht aus mehr gleichförmigen regelmässigen Blättern, woraus man schliessen darf, dass in ihm die „Spiritus animales“ mehr nach einem bestimmten Gesetze, wie in einem Automaten wirken. Ebenso lehrt die vergleichende Anatomie, dass es bei allen Thieren, im Gegensatz zum Grosshirn, die grösste Aehnlichkeit und Gleichförmigkeit darbietet [16]), was wieder zum Schlusse berechtigt, dass seiner Leitung nur solche Functionen unterstehen, welche eben bei allen Lebewesen dieselben sind, wie die Actionen des Herzens, der Lungen, der Eingeweide [17]). Nun fehlte zum Schlusse der anatomischen Beweiskette nur noch die Feststellung der Abhängigkeit des Vagus und Sympathicus vom Kleinhirn. Diese Schwierigkeit war, wenn Willis auch den Ursprung des Vagus aus dem

Seitentheile der Medulla oblongata annähernd kannte [18]), deshalb leicht zu überwinden, weil die Medulla oblongata, als Boden des vierten Ventrikels, dem Kleinhirn functionell zugehörig erachtet wurde, oder, um bei der Vorstellung jener Zeit zu bleiben, weil die Medulla oblongata die nöthigen Lebensgeister aus dem Kleinhirn zugeführt erhält: „via lata et quasi regia esse videtur, in quam spiritus animales a gemino ipsorum fonte, nempe cerebro et cerebello perpetim scaturiunt inde in partes omnes totius corporis nervosos derivandi". Somit wurzelte denn der Vagus sozusagen functionell in diesem Hirnabschnitt. Wie lagen aber die Verhältnisse beim Sympathicus oder, wie er damals hiess, Nervus intercostalis?

Als dessen Wurzeln sah Willis den fünften und sechsten Hirnnerven an, und diese entsprangen in der Gegend des „Processus annularis" (Pons varoli), also aus einer Stätte, die nach seinem System ebenfalls vom Cerebellum Lebensgeister empfängt [19]).

Mancherlei pathologisch-anatomische Erfahrungen konnten bei der damaligen haltlosen Diagnostik von Jemanden, der für eine Hypothese eingenommen war, zu Gunsten derselben gedeutet werden, weshalb es wahrlich nicht Wunder nimmt, dass Willis dort, wo bei Lebzeiten Störungen der Herzaction, Athmung oder Verdauung etc. bestanden hatten, bisweilen auch krankhafte Veränderungen des Kleinhirns vorfand, die er vorschnell generalisirte [20]). Späterhin sah man besonders die Erscheinung als beweisend an, dass durch Hirnblutungen wohl die Motilität der Extremitäten leidet, die Herzthätigkeit aber unversehrt bleibt. Die Ursache sollte darin liegen, dass das Kleinhirn in Folge der grösseren Festigkeit und Härte seiner Substanz an Vulnerabilität hinter dem Grosshirn zurücksteht.

Diese Gesichtspunkte erschienen als hinreichende Stützen

für die folgenschwere Lehre, welche die weitgehendste Ausgestaltung fand und durch die obgenannten und anderen anatomischen Argumente den Schein der höchsten Exactheit für sich in Anspruch nahm. Immerhin müssen wir auch heute zugestehen, dass sie wenigstens die Centralisation der Vitalität an einer bestimmten Hirnstelle zuerst deutlicher aussprach und nur dadurch fehlte, dass sie im Sinne des Zeitgeistes dem verlängerten Mark, das bloss als minderwerthige Leitstelle betrachtet wurde, die ihm zukommende Bedeutung versagte und statt dessen dem Kleinhirn die Hauptrolle zutheilte.

Diese Localisation bildete einen grossen Fortschritt gegenüber den Anschauungen, welche Gross- und Kleinhirn functionell identificirten. Um Beispiele anzuführen, sei hier darauf hingedeutet, dass Piccolomini den Zweck der beiden Organabschnitte nur darin sah, dass die Blutgefässe durch die zwischenliegenden Lücken sich leichter verbreiten können (Anat. Praclect. Rom 1586. Lib. V, Sect. 2); dass Highmor[21]) kurz vor Willis meinte, die vier Hemisphären seien deshalb geschaffen, um für einander vicariiren zu können, ähnlich, wie eine Hand die andere ersetzt (Corp. hum. disquisitio anatomica. Hag. Com. 1651. Lib. III, Pars I, c. 7); dass A. Molinetti beide Hirntheile ganz gleich stellte (Dissert. anat. pathol. Ven. 1675) etc.

Unter den Gründen, welche die Speculation dahin führten, darf auch der Umstand nicht unerwähnt gelassen werden, dass die Erkenntnis von der Lebenswichtigkeit des Vaguspaares durch zahlreiche Thierversuche sichergestellt worden war. Auch Willis[22]) selbst und sein gleichstrebender Freund Lower[23]) hatten sich davon durch Augenschein überzeugt; was lag daher näher, als dass man dem Kleinhirn, welches ja den eigentlichen Quell der Nervengeister darstellte, die Functionen des Vagus übertrug, während die Oblongata nur

die Fortleitung besorgen sollte als Heeresstrasse der „Spiritus animales“. Allerdings standen den Vagusexperimenten in mancher Hinsicht die Versuche gegenüber, welche am herausgeschnittenen Herzen angestellt wurden und demselben gewissermassen Unabhängigkeit von nervösen Einflüssen vindicirten, ein scheinbarer Widerspruch, welcher damals unentwirrbar schien, durch die Lehre Haller's zur Potenz erhoben und erst in unserem Jahrhundert der Lösung nähergeführt wurde.

Die in der Rinde erzeugten, in der Marksubstanz angesammelten Nervengeister durchströmen, wie Willis es sich vorstellte, die Nerven der Eingeweide. Unter normalen Verhältnissen leiten sie einerseits von der Peripherie Eindrücke zu, andererseits wirken sie von der Centralstelle, ohne Vermittlung des Bewusstseins, auf die Herzaction, Athmung, Darmbewegung etc. zurück. Findet eine Störung peripherwärts statt, so wird die nöthige Reactionsäusserung automatisch veranlasst; nur sehr intensive functionelle Alterationen erzeugen eine so starke „Undulation“ der Nervengeister, dass sich dieselbe durch die Verbindungen des Kleinhirns mit dem Grosshirn in das letztere fortpflanzt und durch Erweckung von Instinct oder Willensimpulsen nebstbei willkürliche Bewegungen erregt. Wie man sieht, stellte sich Willis das Kleinhirn als eine Art von Umschaltungsorgan vor[24]).

Abgesehen von den Vagusexperimenten schienen auch die direkten Kleinhirnversuche anfangs die Theorie zu bestätigen. Entsprechend den angeblichen pathologisch-anatomischen Erfahrungen, wie sie Willis, Tulpius[25]), Bonetus[26]) (1620 bis 1689) und später manche Andere mittheilten, ergaben nämlich die Experimente, dass Verletzungen oder die Entfernung des Kleinhirns sofort oder doch innerhalb der kürzesten Zeit durch Sistirung der Circulation und Respiration den Exitus herbeiführen. Im Gegensatz hiezu wurden Verletzungen

oder Zerstörungen, ja die eigentliche Wegnahme des Grosshirns verhältnismässig lange ertragen. Der rasch oder plötzlich eintretende Tod nach Kleinhirnläsionen galt als directer, der kürzere oder längere Fortbestand des Lebens nach Grosshirnzerstörungen als indirecter Beweis für die Richtigkeit der Willisianischen Theorie. So wurde die Speculation fruchtbringend in doppelter Hinsicht, indem die Forscher sowohl Gross- wie Kleinhirnversuche in grosser Zahl anstellten.

Das Ueberraschende der Ergebnisse schwindet sofort, wenn man erwägt, dass bei der damaligen ausserordentlich mangelhaften Methode die Folgen des Versuchs häufig von der Mitbetheiligung anderer Hirntheile oder den beträchtlichen Blutverlusten und Compressionswirkungen der Extravasate abhängig waren. Man setzte eine oder mehrere Trepanöffnungen über dem Occiput oder über der hinteren unteren Parietalgegend, stiess ein Scalpell, Bistouri oder hakenförmige Instrumente ein oder suchte den Hirntheil zu zerstückeln, zu zerschneiden, zu zermalmen, Methoden, welche einer genaueren Localisation des Eingriffs Hohn sprachen. Topisch noch ungenauer war die Methode, welche später namentlich Haller und seine Anhänger in Anwendung brachten, und die darin bestand, dass man, ohne zu trepaniren, an den nach Gutdünken gewählten Stellen des Schädels einen Troikart in das Gehirn einstach. Die grössten Schwierigkeiten bereitete aber gerade das Kleinhirnexperiment, weil die Blutleiter der Dura, welche in den Grosshirnversuchen durch seitliches Eingehen vermieden werden konnten, leicht durchstossen oder durchschnitten wurden, ein Vorkommnis, dem man bei den schwierigen Terrainverhältnissen des Hundeschädels schwerlich entgehen konnte. Ueberdies participirte auch die Medulla oblongata recht oft an der Läsion, was von manchen Autoren gar nicht als Fehler angesehen wurde, da

sie, wie schon erwähnt, hie und da als subordinirter Bestandtheil des Kleinhirns galt („Ventriculus cerebelli"; „Sinus cerebelli"). Während es demnach beinahe ausschliesslich von der Geschicklichkeit des Experimentators, von der Wahl der Eingriffsstelle, von den speciellen Verhältnissen des Thierschädels und von mancherlei Zufälligkeiten abhing, wie sich der Ausgang gestaltete, wurden alle Folgezustände in Bausch und Bogen als Ausfallserscheinung der Function des operirten Hirnabschnittes gedeutet. Und so schien der rasche Tod, der nach Kleinhirnverletzungen beobachtet wurde, eine directe Folge der lahmgelegten Kleinhirnfunction. Post hoc ergo propter hoc.

Nur den enormen technischen Schwierigkeiten, denen die Physiologie bis zu Flouren's Zeiten mit Mühe gewachsen war, ist es zuzuschreiben, dass so überaus häufig falschen Doctrinen zum Sieg verholfen, der Wahrheit aber der Weg zur Anerkennung verlegt wurde.

So fand auch die Hypothese des Th. Willis, welche schon durch den anatomischen Einwand, den Fracassati[27]), der Freund Malpighi's, vorbrachte, dass nämlich der Vagus mit dem Kleinhirn keinen Connex habe, zu Falle hätte gebracht werden können, gerade im Experiment die kräftigste Stütze für Decennien langen Bestand, und erst die Verbesserung der Methode liess den Trug der Schlussfolgerungen in seiner Leerheit erkennen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Arbeit der alten Physiologen von Willis bis in die Haller'sche Periode.

Unter den Autoren des 17. Jahrhunderts, welche von Klein- und Grosshirnversuchen Mittheilung machen, ragen besonders Perrault, Vieussens, Du Verney, Chirac, Drelincourt, Bohn, Berger und Ridley hervor. Claude Perrault[28]) (1613—1688) experimentirte an Hunden und fand, dass dieselben die Abtragung des ganzen Grosshirns

überleben, hingegen augenblicklich zu Grunde gehen, wenn man das Kleinhirn und die Oblongata verletzte. Er schloss daraus, dass bei Thieren Läsionen des Cerebellums (aber auch der Oblongata) tödtlich wirken. Zu gleichem Resultate kam auch der treffliche Nervenanatom Raymond Vieussens[29]) (1641—1717), welcher Willis in vielen Punkten verbesserte. Entfernte er an einem Hunde das Kleinhirn, so trat sofort der Tod ein, wenn auch das Grosshirn und das verlängerte Mark unverletzt blieb, wogegen das Thier, angeblich nach Abtrennung und Herausnahme (?) des vorderen Theiles der Oblongata noch sechs Stunden trotz heftigen Blutverlustes athmete. Auch die besten unter den damaligen deutschen Physiologen wie Bohn[30]) (1640—1718), den man den Haller seiner Zeit nennen könnte, und J. G. Berger[31]) (1659—1736) stimmten bei. Ersterer sah junge Thiere nach dem Einstechen seines Messers ins Kleinhirn sogar blitzartig zusammenstürzen. Wepfer[32]) (1620—1695) hingegen beobachtete bei enthaupteten Thieren noch Stunden lang Herzbewegung „systole et diastole rite alternantibus“ und meinte, unter Berufung auf die Wirkung des Vagusexperiments, dass Herz, Magen, Darm und Uterus vom Gehirn zwar nicht unabhängig seien, weil ihre Thätigkeit nach der Entfernung desselben allmählich erlösche, dass aber der Nerveneinfluss in diesen Organen länger als anderswo wirksam erhalten bleibe.

Im Vaterlande wurde Willis durch Humphrey Ridley die eifrigste Anerkennung zu Theil. Derselbe sagt in seinem Hauptwerke[33]), dass im Werdegang der Theorien dem Machtkreis der „anima sensitiva“, welcher ursprünglich das ganze Gehirn als Herrschersitz eingeräumt war, eine Provinz entzogen würde, nämlich das Cerebellum, und dass diesem nunmehr die Leitung solcher Bewegungen übertragen würde, welche ohne und selbst gegen den Willen erfolgen, wie die Bewegungen des Herzens, der Lungen, der Gedärme. In der

That wollte er experimentell nachgewiesen haben, dass bei Thieren durch Compression des Kleinhirns die Respiration zum Stillstand gebracht werde. Zerschneidung desselben vernichte, wenn auch das Grosshirn intact bleibe, das Leben, während Zerstörung des Grosshirns oder der Oblongata (?) die Herzthätigkeit nicht aufhebe. Die Ursache vermuthete Ridley darin, dass im ersteren Falle die Impulse zu den Athmungsnerven aufgehoben würden und deshalb der Tod durch Erstickung eintrete [33]). Vom Grosshirn seien Athmung, und Herzthätigkeit völlig unabhängig.

Von manchen Freunden der Willisianischen Lehre wurde auch Drelincourt (1633—1697) als vollwichtiger Zeuge angeführt, jedoch mit Unrecht; denn er stiess einem Hunde eine Nadel in den Kleinhirnventrikel, „worauf das Thier unter epileptischen Krämpfen“ sofort zusammenstürzte [34]). Dieses Experiment lehrte nur, wie rasch unter Umständen Verletzungen der Oblongata tödten, hatte aber mit dem Kleinhirn gar nichts zu thun.

Erfreulicher Weise fehlte es aber schon unter den Zeitgenossen nicht gänzlich an Forschern, welche zu gegentheiligen Resultaten kamen und hiedurch nicht nur beitrugen, dass die Untersuchung nicht zu frühe erlahmte, sondern auch bewusst oder unbewusst die Abhängigkeit der Endergebnisse von der Methode demonstrirten. Dahin gehören Du Verney [35]) (1648—1730), der bereits 1673 eine Taube trotz Zerstörung von Gross- und Kleinhirn einige Zeit am Leben erhielt, und Chirac [36]) (1650—1732), der berühmte Rivale Vieussens' zu Montpellier. Letzterer, ein sehr geschickter und vielseitiger Experimentator, machte an Hunden wiederholt die Erfahrung, dass sie den Verlust des Grosshirns oder bisweilen selbst des Kleinhirns kurze Frist überdauerten. So blieb z. B. ein Hund nach der Wegnahme des Kleinhirns durch die rasche Einleitung künstlicher Athmung (mittelst Luftein-

blasung) eine Stunde am Leben. Ein anderer dagegen, dem nur die Hälfte entfernt wurde, verendete sofort nach der Operation, während ein dritter, den er gänzlich des Kleinhirns beraubte, 24 Stunden unter guter Herzaction fortathmete.

Den immerhin noch zweifelhaften Versuchen folgten im 18. Jahrhundert solche anderer Autoren, aus denen hervorging, dass die Versuchsthiere keinesfalls, wie es die Theorie eigentlich erforderte, stets unmittelbar nach dem Ausfall der angeblichen Kleinhirnfunction zu Grunde gehen. Die kürzere oder längere Lebensdauer hing ganz von der grösseren oder geringeren Vorsicht ab, mit welcher die Operation vorgenommen wurde. Bemerkenswerth ist es ferner, dass von Einzelnen bereits die Aufmerksamkeit auf die Rolle gelenkt wurde, welche das verlängerte Mark im Organismus spielt.

Es war François Pourfour du Petit (1664—1741), dessen hohe Verdienste um die Gehirnphysiologie wir noch später zu würdigen haben, welcher den Reigen derjenigen Forscher des 18. Jahrhunderts eröffnete, die mit Erfolg den alteingewurzelten Irrthum bekämpften[37]). Aus seinen Versuchen liess sich schon sehr deutlich ersehen, wie viel es auf die Technik ankam, da die Lebensdauer der operirten Thiere eine recht verschiedene war. Ein Thier z. B. (Hund) verendete schon nach drei Stunden, mehrere andere nach einigen Tagen, eines sogar nach sechs Tagen, ohne dass bei dem letzten die Athmung erheblich gestört gewesen wäre. Scheinbar war in allen Fällen dasselbe geschehen, d. h. Petit trepanirte und stiess ein Messer in die eine oder andere Hemisphäre des Cerebellums; dass aber gerade die Nebenumstände den Hauptausschlag gaben, entging ihm noch gänzlich. Petit's Experimente wurden nicht so sehr zum Zweck der Widerlegung der Willisianischen Hypothese angestellt, als um zu untersuchen, ob das Kleinhirn den Sitz der Sensibilität bilde,

eine Vermuthung, die er bald als irrthümlich erkannte, da die Versuchsthiere auf angebrachte Reize sich eher hyperästhetisch oder hyperalgetisch erwiesen. Auch bei Menschen war in einigen Fällen, wo die Section Kleinhirnprocesse entdeckte, gesteigerte Schmerzempfindlichkeit als hervorstechendes Krankheitssymptom beobachtet worden.

Von grosser Bedeutung waren auch die Versuche der beiden italienischen Meister, Valsalva's (1666—1723) und Morgagni's (1682—1771). Ersterer soll wiederholt bei Vögeln das Cerebellum verletzt haben, ohne dass rascher Exitus eintrat[38]). Letzterer sah, dass neugeborene Katzen trotz der Hinwegnahme von Gross- und Kleinhirn noch Bewegungsfähigkeit beibehielten und Zeichen von Empfindung gaben. Blosse Verwundung des Kleinhirns, meinte Morgagni, bedinge nicht sofortigen Tod, was auch durch die Befunde der pathologischen Anatomie bestätigt werde. Gefährlicher seien dagegen, wie auch die Thierversuche lehren, Verletzungen des Anfangtheiles des Rückenmarks; aber selbst in diesen Fällen dauere das organische Leben, soweit es sich durch die Herzthätigkeit manifestirt, noch kurze Zeit hindurch fort[39]).

Den Uebergang zu Haller vollzogen die Untersuchungen Abraham Kaau's (1715—1758), welcher aber in seiner Operationstechnik noch so weit zurückstand, dass er nur wenige seiner überraschend richtigen Vermuthungen zu beweisen vermochte. Wir werden an einer anderen Stelle hervorheben, welche Stellung ihm in der Geschichte der Nervenphysiologie, namentlich als Vorläufer Ch. Bell's zukommt; hier haben wir nur darauf hinzuweisen, dass er sich über die ausserordentlich lebenswichtige Rolle der Oblongata, die er zur Ursprungsstätte aller Hirnnerven machte, völlig klar war, jedoch auch die Grundsätze des Willisianischen Systems mit dieser Anschauung zu vereinigen wusste. Jeder Nerv sollte sich nämlich aus bestimmten Fibrillen zusammensetzen, die aus der

Marksubstanz des Gross- oder Kleinhirns hervorgehen und von der Rindensubstanz mit dem Nervenfluidum „spiritus subtilissime elaboratus" versorgt werden. Je nach ihrer Function entstammen die Nerven somit in letzter Linie dem Gross- oder Kleinhirn, und diese sind functionell von einander insoweit different, als das erstere jene Nervenfibrillen entsendet, welche der Empfindung und willkürlichen Bewegung dienen, aus letzterem aber jene Nerven stammen, welche die unwillkürlichen, automatischen, die Thätigkeiten der Eingeweide leiten. „Omnis autem nervus oritur ex substantia medullari oblongatae, vel spinalis medullae, fibrillis distinctis, tenuissimis, medullosis. Et quae quidem diversae, et distinctae aliae ibidem proveniunt ex medulla cerebri, aliae ex medulla cerebelli. . . . Quae ambae substantiae, ut ortu diversae, deinde junctae quidem, progrediuntur, sed distinctae, ita distinctos emittunt et diversos nervos, ita quidem, ut a medulla cerebri sensui et motui voluntaria dicatos, a medulla cerebelli, vitali et naturali eosdem provenire, experimenta doceant" [40]).

Kaau war ein Forscher, der die haltlose Speculation geringschätzte und sich, wo es anging, auf Experimente stützte. So findet sich denn auch in seiner merkwürdigen, an Citaten und Bibelsprüchen so reichen Schrift „Impetum faciens dictum Hippocrati" (Lugd. Bat. 1745) Einiges, was sich auf unser Thema bezieht. In mehreren, an Hunden angestellten Experimenten, die er in der Schläfengegend trepanirte, erhielt sich, wenn das Grosshirn zerstört worden war, noch Stunden lang der Herzschlag und die Athmung. Stiess er in solchen Fällen sodann ein Instrument (stylus vel culter) in die Markmasse des Kleinhirns, so erloschen diese Functionen nicht etwa mit einem Schlage („non uno momento fuisse actum de cordis et respirationis energia"), sondern dauerten auch nach der Zermalmung noch 2—4 Minuten an. Wiederholt unterwarf Kaau allein das Kleinhirn seinen Eingriffen, und es zeigte sich, dass

hiebei im Beginne heftige Convulsionen auftraten (adeo quidem, ut animal in gyros flexum et subsultus, nihil in corpore externo immotum relinqueret), die Herz- und Athmungsthätigkeit aber anfangs kräftig und regelmässig, später irregulär, noch ganz kurze Zeit beobachtet werden konnte. Etwas anders erschien das Bild, wenn neben dem Cerebellum auch die Oblongata mitbetroffen war, was er dadurch bewerkstelligte, dass er ein Scalpell zwischen Atlas und Occiput einstiess. Sogleich wurden die Versuchsthiere von den intensivsten, auf den ganzen Körper ausgedehnten Krämpfen befallen und gingen unter deutlichen Erstickungssymptomen („os clamantis instar aperit, motum latrantis et ejulantis facit, effectu tamen non sonoro") manche laut heulend, so rasch wie durch alleinige Kleinhirnzerstörungen zu Grunde. Eine Mitbetheiligung des Grosshirns änderte nichts an den Phänomenen [11]). — Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass Kaau auch in den Fällen wo er es nicht beabsichtigte, das verlängerte Mark mit verletzte. Immerhin lehrten seine Versuche, dass die Meinung jener Willisianer, die in der Behauptung gipfelte, mit der Zerstörung des Kleinhirns erlöschen die vitalen Functionen augenblicklich, unbegründet war. Inzwischen war übrigens die Lehre von Willis durch anatomische, physiologische und pathologisch-anatomische Befunde mehr und mehr ins Schwanken gerathen.

Die Anatomie hatte mit Sicherheit erwiesen, dass die Nerven des Herzens nicht vom Kleinhirn stammen, die Physiologie des Kreislaufs hatte eine gewisse Unabhängigkeit des Herzens vom Gehirn wahrscheinlich gemacht, und durch zahlreiche Sectionsbefunde wurde festgestellt, dass Verletzungen, Blutextravasate, Abscesse, Geschwülste und andere krankhafte Veränderungen des Kleinhirns nicht sofort oder unmittelbar tödtlich wirken, vielmehr sogar unter Umständen kürzere oder längere Zeit ertragen werden können. Ganz

besonders aber mussten in einem Zeitalter, dem die Physiologie des Fötus noch sehr dunkel war, dessen pathologische Anatomie mit Vorliebe nur den lusus naturae nachspürte, die mehr oder minder übertriebenen Berichte über acephalische oder anencephalische Missgeburten[42]), die noch mit Lebenszeichen zur Welt kamen, Bedenken gegen eine Theorie erregen, welche die Möglichkeit organischer Functionen vom Dasein des Cerebellums abhängig machte. Gleich den Wundermären von hirnlosen Früchten, welche durch phantasievolles Beiwerk grell gefärbt, in den Akademieschriften oder in Monographien erzählt und commentirt wurden, wirkten auch die an enthaupteten Kaltblütern oder Vögeln beobachteten vegetativen und animalen Lebensäusserungen überraschend, zumal man die Manifestationen der Reflexerregbarkeit als vollbewusst, als willkürlich ansah. Wenn auch nur ein kleiner Theil der Beobachter diese merkwürdigen Lebensäusserungen bei mangelndem Hirn allzu leichtfertig auf die höheren, entwickelten Lebewesen übertrug, so musste auch der nüchternsten und gelassensten Beobachtung die Antithese dieser Erfahrungen mit den Principien der Willisianischen Theorie klar werden. Diese Phalanx von Gegenargumenten wurde durch weitere Beobachtungen auf den erwähnten Gebieten und durch die Ergebnisse der Experimentalphysiologie wesentlich verstärkt, und letztere bekundete wenigstens darin einen nicht unbedeutenden Fortschritt, dass ihr Raisonnement immer mehr an Horizont gewann.

Unter denjenigen, welche erkannten, dass die bisherigen Trugschlüsse vorwiegend technischer Mangel- und Fehlerhaftigkeit ihren Ursprung dankten, wären namentlich zwei hochverdiente Forscher aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts hervorzuheben, der Franzose A. C. Lorry (1725 bis 1783) und der deutsche Chirurg Justus Arnemann[43])

(1763—1807). Letzerer erklärte, dass der häufige letale Ausgang in den Kleinhirnversuchen nur durch die colossale Blutung bedingt werde, und stand, da er dieselbe zu vermeiden für unmöglich hielt, sogar gänzlich von derartigen Versuchen ab. Lorry[44]) bemerkte nachdrücklichst, dass das Kleinhirnexperiment gewöhnlich wegen der technischen Schwierigkeiten scheitere und widerräth insbesondere Hunde zu Versuchsthieren zu wählen, deren Tentorium verknöchert ist („le cervelet est recouvert dans presque toute sa largeur d'une longue épine osseuse"). Mit Vorliebe operirte er, in der Erkenntnis der grösseren Widerstandsfähigkeit junger Thiere, an jungen Katzen oder an Tauben. Trotzdem litt seine Methode noch immer an grossen Fehlern, denn seine Versuchsthiere gingen schon gewöhnlich zwischen $^1/_4$—$1\,^1/_2$ Stunden zu Grunde, ob zwar Puls und Athmung bis zum Exitus verfolgt werden konnten. Immerhin ergab sich mit absoluter Sicherheit, dass das Kleinhirn jene Functionen, welche Willis ihm zuschrieb, nicht ausüben könne, da der Tod niemals plötzlich eintrat.

Bei den Experimenten, die er an Tauben anstellte, beobachtete er mit bewundernswerthem Blicke ein merkwürdiges Phänomen. Sie schienen, nachdem er mit grösster Vorsicht (évitant avec grand soin de percer la moëlle allongée) eine lange Nadel durch eine Hemisphäre des Kleinhirns gestossen hatte, anfangs zu schwanken, indem sich, wie Lorry meint, eine Körperseite schwächer als die andere verhielt; später aber bewegten sie sich ganz normal. Es war dies wohl das erste Mal, dass die Coordinationsstörung so scharf beobachtet oder doch als eine wichtige Folgeerscheinung aufgefasst wurde. Wer hätte damals geahnt, dass auf diesen scheinbar so geringfügigen Phänomenen dereinst ein ganzes exact begründetes System auferbaut werden würde! Lorry vermochte sich nicht aus dem geistigen Milieu emporzuschwingen, er erkannte nicht den

Werth seiner Entdeckung, aber er erfüllte getreulich die Aufgabe des echten Naturforschers, der mit Aufmerksamkeit auch von jenen Thatsachen Kenntnis nimmt, welche nicht nach der Denkweise des Zeitalters sofort rubricirt werden können. Das Problem, dem er seine Mühe widmete, lag anderswo. Er strebte, die Frage nach der Lebenswichtigkeit der einzelnen Hirntheile einer endgültigen Lösung zuzuführen: „Quelle est dans la caisse osseuse du cerveau l'organe propre à produire une morte subite?" Und, entsprechend der sorgfältigeren Versuchsanordnung, gelang es Lorry nicht allein, den alten Wahn, der das Cerebellum zu einer Lebensquelle erhob, gründlich zu widerlegen, sondern das Interesse den Anfangstheilen des Rückenmarks zuzuwenden, worauf wir unten eingehend zu sprechen kommen werden. Diese letztere Entdeckung wusste er vollauf zu würdigen, und so wurde er denn in zweifacher Weise Vorläufer des grossen Flourens.

Den Todesstoss versetzten der Willisianischen Lehre, welche hundert Jahre durch nichts Besseres ersetzt werden konnte, endlich Haller und seine Anhänger, die sich der Augiasarbeit unterzogen, eine Menge eingewurzelter Vorurtheile zu beseitigen, und schon deshalb die exceptionelle Lebenswichtigkeit des Kleinhirns bekämpfen mussten, weil sie dem Herzen nahezu völlige Selbstständigkeit zusprachen. Freilich zerstörten sie damit gleichzeitig die ersten, zarten Reiser des Localisationsgedankens, denn die Haller'sche Schule leugnete jedwede functionelle Differenzirung des Gehirns, das in seiner Gänze den Sitz des Sensorium commune bilden sollte [45]). Der Sieg Haller's war ein so vollständiger, dass er sagen durfte: Alle Zeitgenossen vereinigen sich in der Ansicht, dass die Theorie des Thomas Willis jedes Scheins von Begründung entbehrt.

Zu diesem Ausspruch berechtigten ihn die zahlreichen Experimente, welche theils von ihm selbst, theils unter seiner

Aegide angestellt wurden. Eigene und fremde Erfahrungen lehrten unwiderleglich, dass das Kleinhirn keinen höheren Grad von Lebenswichtigkeit besitzt als das Grosshirn, mit Herz- und Athmungsthätigkeit in keinem unmittelbaren Zusammenhange steht, und dass unter Umständen die Verletzung eines jeden Hirnabschnittes den Exitus bedingen kann.

Indem wir uns noch vorbehalten, eingehender die Leistungen Haller's und seiner Schüler zu besprechen, wollen wir nur zur Charakteristik der Art, wie sich das Kleinhirnexperiment weiter entwickelte, das Hauptsächlichste kurz anführen.

Haller selbst experimentirte wiederholt an verschiedenen Thieren, namentlich Hunden, und fand, dass dieselben, wenn die Herausnahme des Cerebellums nicht roh und hastig, sondern langsam und mit der nöthigen Vorsicht bewerkstelligt wird, keineswegs augenblicklich zu Grunde gehen. Und was am bemerkenswerthesten war, er fand bei Hunden, Katzen, Fröschen u. s. w. die Herzbewegung vom Nervensystem unabhängig, d. h. längere oder kürzere Zeit die Wegnahme des Gehirns überdauernd. Im Grunde war es also wieder allein die Verbesserung der Methode, welche einen Irrthum rectificirte und hiedurch zur Erweiterung des Wissens beitrug. Gegenüber der alten rohen Methode, die darin bestand, dass man durch die Trepanöffnung ein scharfes Instrument einstiess, wobei weder von einer Localisation des Eingriffs, noch von einer Vermeidung der Sinus oder der Medulla oblongata die Rede sein konnte, bedeutete die häufig gepflegte Anwendung des Troikart insofern einen Fortschritt, als wenigstens die unbeabsichtigten Verletzungen der Nachbartheile geringfügiger ausfielen.

Zu ähnlichen Resultaten wie Haller gelangten auch Zimmermann[46] (1728—1795) und andere Schüler des grossen Physiologen[47]. Am meisten aber that sich Haller's Lieb-

lingsschüler, der allzu rasch der Wissenschaft entrissene J. G. Zinn (1727—1759) hervor, welcher während seiner kurzen Wirksamkeit Unvergängliches auf mancherlei Gebieten zu finden verstand. In einer vortrefflichen, insbesondere gegen die Lehren des französischen Chirurgen La Peyronie gerichteten Schrift beschrieb er mehrere Versuche, die sich aufs Kleinhirn bezogen und bewies, dass Athmung und Herzaction auch nach Läsion oder Zerstörung desselben kurze Zeit fortbestehen (sogar nach der vollständigen Exstirpation wurden diese Functionen noch einige Minuten beobachtet), ferner dass es keinen Hirntheil gibt, dessen Zerstörung nicht zuweilen tödtlich ausgeht, und, last not least, dass das Kleinhirn an vitaler Bedeutung jedenfalls von der Medulla übertroffen wird, welche Vagus und Sympathicus mit dem Nervenfluidum („succus nervosus") versorgt: „Non adeo mirum tamen hoc nobis videbitur, si consulamus Anatomen, quae docet, maximos et plurimus cordis et organorum respirationi inservientium nervos provenire a medulla spinali, quibuscum si conferantur rami intercostales et octavi paris, ad organa vitalia tendentes, videbimus, affirmari posse, maximam partem liquidi nervosi vitalis venire ex medulla, parvam ex cerebro et cerebello. Confirmatur haec sententia funesto eventu vulnerum medullae spinalis. Zinn operirte an trepanirten Hunden oder stach einfach einen Troikart durch den Schädel ins Kleinhirn, indem er denselben entweder in horizontaler Richtung von einer Seite des Occiput zur andern oder durch die Mitte des Hinterhaupts nach vorne und aufwärts vordringen liess. Gewöhnlich konnte er zwei- oder mehrmals an einem Hunde experimentiren, bis eben durch allzu grosse Blutung oder durch schwere Verletzung der Oblongata der Exitus herbeigeführt wurde. Stets suchte er sich, um Einwänden zu begegnen, durch die Section von seinen Eingriffen zu überzeugen, wodurch seine Aufmerksamkeit auch auf die Medulla

gelenkt wurde. Doch lässt sich nicht leugnen, dass die ganze Methode an einer Ungenauigkeit litt (in Anbetracht der damaligen topischen Kenntnisse), welche wohl kaum übertroffen werden kann, da sie einerseits keine genauere Localisation gestattete, andererseits unter Umständen viel zu geringe Läsionen erzeugte. Auch darf Zinn, wie überhaupt der Haller'schen Schule, der Vorwurf nicht erspart bleiben, dass auf die Bewegungsstörungen, welche die französichen Chirurgen bald darauf so sorgfältig studirten, kaum geachtet wurde[48].

Gleiches wie Zinn beobachteten auch der berühmte dänische Physiolog Heuermann[49]) (1693—1770), ferner die französischen Forscher De Hais[50]) und Senac[51]) (1693—1770). In der sehr geschätzten Physiologie Heuermann's findet sich eine Kritik der berühmtesten Kleinhirnexperimente, an welche sich Angaben über eigene Versuche des Autors anreihen, die zum Schlusse führten, dass Gross- und Kleinhirn in ihrer Thätigkeit vicariiren können, und dass durchaus nicht alle unwillkürlichen Bewegungen vom Kleinhirn abhängen. Ebensowenig entging diesem Autor die geringere Gefährlichkeit der Verletzungen, welche lediglich die Rindensubstanz betreffen, gegenüber jenen, die in die Tiefe der Marksubstanz reichen. — De Hais leugnete, gestützt auf eine stattliche Anzahl von Versuchen, dass Hunde durch Zerstörung des Kleinhirns schneller zu Grunde gehen als durch Verlust des Grosshirns. Senac fand die organischen Functionen nach Herausnahme des Gross- und Kleinhirns noch fortbestehen. Tissot[52]) (1728—1797) endlich vertrat, in Gefolgschaft Haller'scher Doctrinen, die functionelle Identität von Gross- und Kleinhirn und lehrte, dass das Rückenmark die Quelle des organischen Lebens bilde.

Recht vereinzelt stehen die Beobachtungen von Schultz und B. Schwarz, zweier Autoren, deren Abhandlungen in

der Haller'schen Sammlung von Dissertationsschriften Aufnahme fanden. Schultz[53]) sah sofortigen Tod nach Kleinhirnexstirpation eintreten, und B. Schwarz[54]) fasste die antiperistaltischen Bewegungen des Magens, welche er während der Reizung des Cerebellums bemerkte, als Folgewirkung des Organs auf. Die weitere Entwicklung des Kleinhirnexperiments gehört nicht mehr den Einflüssen des Willisianischen Systems direct an, sie knüpfte sich an die Anschauungen, die man über die Centralisation der Bewegung hegte und schloss mit der Entdeckung der coordinatorischen Bewegungsregulation.

So führte denn der Werdegang dieser Versuchsreihen zu einer stricten Negation des Satzes, welcher ihren Ausgangspunkt gebildet hatte, des Satzes, dass das Kleinhirn die Quelle und Centralstelle aller vitalen Functionen, aller unwillkürlichen Bewegungen bilde. Dieses negative Urtheil, so werthvoll es an sich war, stellte nicht das Ziel eines „nützlichen Umweges" dar, nicht das Endresultat, mit dem sich der Erkenntnistrieb zu bescheiden hätte; es bildete vielmehr den Grenzpfahl zwischen zwei Geistes- und Forschungsgebieten, dem der selbstgenügsamen Speculation und dem der rationellen Empirie. Der Theorie des Th. Willis wohnt vermöge ihres heuristischen Werthes eine grosse historische Bedeutung inne; sie legte den Grund zur experimentellen Gehirnphysiologie im Sinne des Localisationsgedankens und gab der neuerwachten Forschungsart Gelegenheit, ihre Methode zu verbessern, ihrer kenntniskritisches Raisonnement zu verschärfen; sie verfeinerte das ursprüngliche Problem, ob das Gehirn zum Fortbestand des Lebens unumgänglich nöthig ist, durch die neue Fragestellung: Welcher Theil des Gehirns ist unmittelbar lebenswichtig? Wie wir sahen, musste durch die fortschreitende Verbesserung die Antwort anders ausfallen, als es im Inhalt des Systemes lag, und noth-

gedrungen fiel schliesslich die Bedeutung der Oblongata in die Augen. Die Willisianische Theorie hatte aber auch die Frage nach der Lebenswichtigkeit genauer specialisirt, indem sie dieselbe mit der Frage, ob der betreffende Hirntheil die oberste Leitung der Herz- und Athmungsthätigkeit innehabe, identificirte. Dadurch eröffnete sich eine Perspective, an deren Ummarkung die Localisation der lebenswichtigsten Vorgänge, die Localisation der centralen Leitung der Athmung und Herzthätigkeit lag. Was Willis dem Cerebellum zugeschrieben hatte, erwies sich als fälschlich, und was die wahre Function des Kleinhirns bildet, vermochte seine Speculation nicht auszuspähen; dennoch aber war es seine Theorie, welche auf mancherlei Umwegen zu den ersten Errungenschaften der Hirnphysiologie unseres Jahrhunderts hinleitete. Im Streben, das Theorem zu begründen oder zu widerlegen, erwarb man manche Erfahrungen, die nicht im Inhalt des Systemes lagen, und lernte allmählich als den wahren „Lebensknoten" die Oblongata kennen, ihren Zusammenhang mit der Athmung verstehen. Was aber von ebenso grosser Wichtigkeit war, und was nur dem „nützlichen Umweg" zu danken ist, einige scharfblickende Physiologen achteten zuerst nur ganz nebensächlich auf einige eigenthümliche Bewegungsstörungen, die hie und da Kleinhirnverletzungen begleiteten. Es waren nur spärliche, lückenhafte Beobachtungen, und doch sind sie als die zarten Keime zu betrachten, aus denen lange nachher das moderne Wissen vom Kleinhirn emporspross.

Der grosse Werth der Willisianischen Lehre besteht, darin, dass sie indirect zu zwei Thatsachen führte, die das Fundament der heutigen Wissenschaft ausmachen, dass gerade ihre Ueberwindung und Widerlegung mit ungewöhnlicher Erweiterung des Erkenntnisgebietes verknüpft war, dass sie zu

einer Verbesserung der Methode, zu einer schärferen Kritik der Schlussfolgerungen nöthigte. Als ihr Kartenhaus zerfallen war, erhoben sich auf den Quadern der Induction die Grundfesten exacten Wissens.

---

[1]) De cerebri anatome dissertatio (Lugd. Bat. 1671). Schon während seines Aufenthalts in Paris um das Jahr 1669 bekämpfte Steno die Lehren von Willis und Cartesius.

[2]) In viventibus animalibus pensanda veniunt quaecumque functiones cerebri laedere quomodocumque possunt, sive extrinsecus illa accidant, uti per liquores, vulnera, medicamenta, sive internas habent causas, morbos puta, quorum apud medicos non modicus est numerus. . . . Trepanum caeterasque chirurgiae operationes his adhibemus, ut modos calleamus, quibus apte fiant. Curantem easdem operationes illuc non dirigamus, ut sciatur an cerebro insit motus aliquis? Aut si certa quaedam medicamenta durae matri, substantiae cerebri, aut ipsius ventriculis applicando, aliqua inde effecta singularia patescant? Tentari quoque varia pericula possent citra apertionem cerebri, ipsimet adhibendo exterius diversa medicamina, modo haec alimentis immiscendo, modo illa injiciendo in vasa; et inde doceri, quibus actiones animales turbari, quibus apte restitui possunt, dum laeduntur.

[3]) Domenico de Marchettis, Anatomia Patav. 1652. Cor haudquaquam externo et adventitio impulsu cietur, sed in se ipso agitatur et palpitat, neque motionis suae initium habet a cerebro. . . . Moventur omnia intestina motu aliquo, qui successive a corde provenit, quod vivo secto cane, observavimus.

[4]) Nicolai Stenonis, De musculis observationum Specimen (In Mangeti. Bibl. anat. Vol. II).

[5]) Tractatus de corde. Lond. 1669.

[6]) Galen, De usu part. lib. VIII, c. 12; de Hipp. et Plat. lib. VII, c. 3. Cassi Jatrosoph. nat. et med. quaest. no. 10.

[7]) Juan Huarte, Examen de ingenios para las ciencias etc. Baeza 1575 (1593), Cap. V, Fol. 47. La verdad que parece en este punto es, que el ventriculo quarto tiene por officio cozer y alterar los espiritus vitales y convertir los animales, para el fin que tenemos dicho.

[8]) Carol. Varol., De nervis opticis etc. Patav 1573; Anatomia, Francof. 1591.

[9]) Ant. Benivenius, De abditis nonnullis et mirandis morborum et sanationum causis. Flor. 1506. Basil. 1529 etc. c. 89. Benivieni

beobachtete bei der Section eines Diebes, dessen wiederholte Rückfälle dem Umstande, dass er die erlittenen Strafen vergessen hatte, zugeschrieben wurden, auffallende Enge des Hinterhauptes.

[10]) Alex. Benedictus, Omnium a vertice ad calcem morborum signa, causae, indicationes et remediorum compositiones; praeterea c. h. anatome. Bas. 1539.

[11]) Joh. Vesling, Syntagma anatomicum, Patav. 1633. Francof. 1641 etc. Cap. 14. „Renconditur" (sc. cerebellum) „intra ossis occipitis amplos sinus, singularique facultatis officio Memoriae consecratum."

[12]) Nic. Tulpius, Observ. med. libri III. Amstel. 1652. 1672 etc.

[13]) Willis spricht sich über dieses Thema im 17. Cap. seiner Hirnanatomie sehr weitläufig aus und leitet das Talent für Musik von der Weichheit des Kleinhirns ab. Es heisst daselbst u. A.: „Dum itaque species audibilis cerebellum trajicit, quibusdam hominibus in hac regione (si quidem ea temperie molli ac impressionibus suscipiendis apta constat) sui tractus et vestigia relinquit, proindeque isti aures musicas sortiuntur. In aliis vero, quibus cerebelli compages durior existit, ejusmodi sonorum tractus minime producuntur, ac idcirco tales facultate Musica prorsus destiuuntur.

[14]) Berengarius Carpensis, Comment. cum ampl. additionib. super anathomia Mundini etc. Bonon 1521, Fol. 447.

[15]) Th. Willis, l. c. Cap. XV: „Cerebelli autem officium esse videtur, spiritus animales nervis quibusdam suppeditare; quibus actiones involuntariae (cujusmodi sunt Cordis pulsatio, respiratio ἀβίαστος, alimenti concoctio, chyli protrusio et multae aliae) quae nobis insciis aut invitis constanti ritu fiunt, peraguntur.

[16]) L. c. Itaque secundo advertimus, quod non modo Cerebelli conformatio certo quodam et peculiari modo ordinata existat, hoc est, quod moles ejus e plicis, sive circellis, serie quadam distincta et apta methodo dispositis, ac inter se proportionatis (uti dictum est) coagmentetur, unde licet arguere spiritus hinc oriundos, et extra affluentes, in opera quaedam certa ac ad unum determinata impendi.

[17]) L. c. Verum insuper observare est, quod in quibusvis animalibus, quantumvis specie et forma differant, tamen Cerebelli figura semper valde similis, aut prorsus eadem existit. . . . Praeterea Cerebello munus aliud et diversum, quam quod Cerebro convenit, assignare oportet; quoniam ubi plicae et aufractus Cerebro desunt, in Cerebello constanter reperiuntur.

[18]) L. c. Cap. XVII. Par vagum, sive octavum, quod quidem e communi Medullae oblongatae caudice, juxta locum ubi ultimus Cerebelli processus terminatur, ac e regione qua corpora pyramidalia e protuberantia annulari producta desinunt, ortum suum habet: ita ut hos item nervos, utrinque mediante isto processu, forsan item aliqua-

tenus per corporum pyramidalium ductus, omnimodum spiritus animalis influxum a Cerebello derivare putemus.

[19]) L. c. Supra ostendimus, quod ex annulari protuberantia (quae Cerebelli quidem processus est), tria nervorum paria, sc. quintum, sextum et septimum, immediate oriuntur. . . . De nervo intercostali, qui in nervis quinti et sexti paris (uti dictum est) radicatus, quoad originem suam omnino a Cerebello dependet, hic minime ambigitur.

[20]) L. c. Cap. XV. Enimvero saepenumero contingit, ut tetra et horrenda symptomata, praecordia, ac medii aut infimi ventris regionem infestent; dum interea causa morbifica in cerebello, aut juxta ejus confinia, subsistat.

[21]) At hic potius ineffabilem Naturae providentiam decantare debemus, quae caeteras partes pene omnes gemellas constituens, ut laesa una, altera totum praestet officium, hic non solum bina, ut sic dicam, cerebra fabricavit, cerebrum scilicet atque cerebellum verum etiam utrumque ita divisit, ut vel unica quarta pars sana ac integra existens, spiritum at vitam sufficiendos effingerentur, atque ideo a productionibus illis quatuor spinam constituentibus nervi omnes emanant.

[22]) L. c. c. 24. Pro hujus decisione experimentum sequens in cane vivo aliquoties tentari curavimus: circa jugulum, cute per longum discissa, utrique Paris vagi trunco seorsim arrepto ligatura valde stricta injiciebatur; quo facto, statim canis torpescere visus obmutuit, et circa hypochondria motus convulsivos cum magno cordis tremore passus est; verum, hoc effectu brevi cessante, postea sine vigore quovis aut vivido aspectu, quasi moribundus jacuit, ad modum quemvis piger aut impotens, ac alimenta quaevis oblata respuens: nihilominus vita ejus adhuc perduravit, nec, postquam Nervi isti penitus dissecarentur, statim estinguebatur; quin hoc animal per plures dies superstes, tam diu vixit, donec fere prae longa inedia viribus sensim attritis enecaretur.

[23]) Tract. de corde, cap. 2. Nervis enim octavi paris, in cervice arcte ligatis, aut penitus abscissis (quod animali perinde est), mirum dictu quanta subito mutatio! Cor, quod moderate antea et aequaliter motus suos obiit, statim ab injecta ligatura palpitare et contremiscere incipit, atqua ita diem unum et alterum miserum animal corde tremulo et pectore admodum suspiroso languidam vitam protrahit et brevi tandem exspirat.

[24]) Cerebr. anat. Cap. XVI.

[25]) Observ. med. Amstel. 1652.

[26]) Sepulchretum, s. Anat. pract. Genev. 1679.

[27]) Carol. Fracassati, Diss. de cerebro (In Manget. Bibl. anat. Vol. II). Jam cerebellum muneri, cui ipsum Willis praefecerat, parum aptum judicavimus. Se ne videat affatim hanc hypothesin perstringere, demus D. Willis verum esse, quod intendit: esto, ut opinatur, parti-

culare viscus cerebellum; quomodo sub illius ditione par vagum, quod thoraci, ac abdomini imperat, numerosa nerveorum surculorum distributione continetur? infra enim valde multiplici sobole exoritur, et devius plane esset spirituum ad ipsum commeatus, si eos per corpora pyramidalia deducas, quibus etiam forsan ultra protuberantiam annularem contingit exortus.

[28]) Oeuvres diverses de physique et de mechanique (Leid. 1721). Vol. I, Partie II. Chap. VII, p. 403. „Nous en avons fait l'expérience sur un grand chien, à qui on ôta tout le grand cerveau, l'emportant par rouëlles pendant près d'une heure et qui mourut au moment, qu'on toucha au cervelet."

[29]) Neurographia universalis (Lugd. 1685). Lib. I, cap. 20.

[30]) De renuntiatione vulner. p. 169.

[31]) Geboren zu Halle 1659, war Professor in Leipzig, dann polnischer Leibarzt, starb zu Wittenberg 1736. Physiolog. med. (Witteb. 1701).

[32]) Cicutae aquaticae historia etc. Basil. 1716, p. 90. „Nam certum est denegato influxu a cerebro et cerebello harum quoque partium motum tandem aboleri."

[33]) Anatomy of the brain. Lond. 1695. Lat. L. B. 1725, 1750. „Ad solam partius illius (sc. cerebelli) subitam compressionem violentam percussione factam et post ejusdem vulnerationem cordis pulsationem illico desinere" . . . „Adeo ut unica ratio, cur ad cerebelli sectionem desinat respiratio haec est, quod hoc pacto ejus structura dissolvatur etini donea fit, sive ad recipiendam sive ad transmittendam impressionem ulterius ad praefatos nervos, qui respirationis instrumentis subserviunt." (Cap. 17.)

[34]) Carol. Drelincurtii, Exper. anat. (Mang. Bibl. anat. Vol. II.) Canicid. III. „Acu in cerebelli ventriculum compulsa inter primam vertebram et os occipitis canis, ceu epilepticus, ter quaterque concussus est universe, sed mox expiravit."

[35]) Phil. Trans. Nr. 226 (März 1697), Vol. XIX. „When he took the Brain and cerebellum from a pigeon and in place thereof filled the Cranium with Flax, nothwithstanding which it lived some time, searched for aliments did ordinary function of Lid and had the use of Sense.

[36]) Ibidem. Mr. Chirac, by several Experiments, he has made upon Dogs, has clearly proved, an animal may live some time wanting the Brain and even sometimes de Cerebellum.

[37]) Lettres d'un médécin des hôpitaux à un autre médecin de ses amis (Namur 1710), p. 19, 20 ff. Er hielt das Kleinhirn für den Sitz der Empfindung, so wie später La Peyronie, Saucerotte, Foville, Pinel-Grandchamp, Dugés.

[38]) Morgagni, De sedibus et causis morborum LII, 26.

[39]) Ibidem. „Periit autem statim ac alterius cerebellum et initium fere spinalis medullae" alte incidi, ac dilaceravi, periit, in-

quam, in artubus et toto corpore, quantum mihi ante oculus tunc erat, si cor tamen, auriculasque ejus excipias, harum enim, illiusque motus vegeti perstiterunt.

[40]) Abraham Kaau Boerhaave, Impetum faciens dictum Hippocrati. Lugd. Bat. 1745, §§ 197, 199.

[41]) L. c. §§ 325, 326, 327, 328.

[42]) Conf. Miscell. Nat. Cur. Ann. III, p. 120. Medico-Phys. Gall. Ann. III, p. 54; Ephem. Nat. Cur., Dec. I, Ann. 3. obs. 179. Phil. Trans. No. 226 etc. etc. Wepfer, De puella sine cerebro nata (Mang. Bibl. Vol. II).

[43]) Justus Arnemann, Versuche über die Regeneration an lebenden Thieren (Göttingen 1786, 1787).

[44]) Mémoires des savans étrangers (Mémoires de Mathematique et de Physique presentés à l'Académie Royale des sciences par divers Savans etc.). Tome III. 1760.

[45]) Deux mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal, trad. par Tissot (Lausanne 1756—1760). Elementa phyliologiae corporis humani (Lausanne 1757—1766).

[46]) Diss. de irritabilitate (Gott. 1751).

[47]) Joh. Gottfr. Zinn, Experimenta circa corpus callosum, cerebellum, duram meningem in vivis animalibus instituta (Gott. 1749).

[48]) Dies bezieht sich auf die Coordinationsstörungen. Dagegen entging sowohl Haller wie Zinn die Reitbahnbewegung und andere Zwangsbewegungen nicht, welche sie theils nach Grosshirn-, theils nach Kleinhirnverletzungen beobachteten. So sagt Haller (Elem. Phys. IV, Cap. X, Sect. VII, § 29): Illustris olim F. Petit, inde etiam ego vidi et Zinnius et Heuermannus ex gravibus cerebri aut cerebelli vulneribus canis corpus in arcum adtrahi, esseque causam phaenomeni in lateris vulneri respondentis quidem convulsione, lateris vero integri resolutione. Zinn beschreibt in der angeführten Schrift eine Manègebewegung: „Paulo post per gyrum circumambulat, per aliquot minuta ut equi, qui molendinas movent."

[49]) G. Heuermann, Physiologie (Kopenhagen 1751—1755).

[50]) J. Steph. Des Hais, Diss. de Hemiphlegia. Monspel. 1749 (Haller, Disp. med. pract. I).

[51]) Traité de la structure de coeur, de son action etc. (Paris 1749).

[52]) Traité des nerfs et de leurs maladies (Paris 1782).

[53]) Diss. de elasticitatis effectibus in machina humana, Hal. Magd. 1738 (Haller, Disp. anat.).

[54]) Haller, Disp. anat. I (Lugd. Bat. 1745).

II.

Das Grosshirnexperiment.

A. Das Grosshirnexperiment unter dem Einflusse von Hypothesen.

Il est craindre que la Nature n'ait voulu rendre le Siége de l'Ame aussi difficile à connaître que l'Ame elle-même.
Hist. de l'acad. 1703.

Trat auch in diesem Zeitraume das Kleinhirnexperiment derart in den Vordergrund, dass es in hohem Masse das wissenschaftliche Interesse absorbirte, so wurde doch nicht verabsäumt, die Frage in Angriff zu nehmen, von welchen Folgen die Verletzung, Zerstörung, Hinwegnahme, Compression oder Reizung des Grosshirns begleitet wird. Zunächst handelte es sich freilich nicht um eine präcisirte Functionsbestimmung, sondern lediglich um die Untersuchung, ob die organischen Lebensäusserungen in Folge schwerer Verletzungen oder nach Wegnahme des Grosshirns sofort erlöschen, oder ob das Organ an Lebenswichtigkeit hinter dem Kleinhirn zurücksteht, also um eine Kritik des Willisianischen Systems, und erst später gaben zweifelhafte Erfahrungen der Pathologie den Impuls zu weiterem Fortschritt.

Lange Zeit hemmte die Herrschaft der Systeme den Aufschwung einer unbefangenen Naturbeobachtung, lange Zeit verfolgte die Experimentalphysiologie als Magd der Speculation keinen anderen Weg, kein anderes Ziel als jenes,

welches aprioristische Doctrinen aufstellten. So kam es, dass über den vegetativen Lebensäusserungen, den Phänomenen der Bewegung und Empfindung kaum Aufmerksamkeit zugewendet wurde, dass man auf die Alterationen der Sinnesperception oder des psychischen Verhaltens zu achten nahezu gänzlich unterliess.

Die meisten Anhänger des Th. Willis experimentirten zum Zweck der Controlle auch am Grosshirn und kamen ebenso wie solche Forscher, die eine exceptionell lebenswichtige Stellung des Kleinhirns nicht anerkannten, zu dem übereinstimmenden Ergebniss, dass ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Cerebrum und dem organischen Leben fehlt, ein Schluss, den sie daraus zogen, dass seine Zerstörung bei Thieren nicht sofortigen Stillstand der Athmung und Herzthätigkeit nach sich zieht. Dieses Resultat stand im vollsten Einklang mit der so häufig an Menschen gemachten klinisch und später pathologisch-anatomisch begründeten Erfahrung, dass bisweilen selbst umfangreiche Läsionen des Grosshirns geraume Zeit hindurch ertragen werden können. Während die Kleinhirnversuche so verschieden ausfielen, herrschte hier völlige Uebereinstimmung, deren Ursache vorzugsweise in äusseren Umständen lag. Die Schwierigkeiten der Technik nämlich, welche bei den Kleinhirnversuchen so oft den Weg zur Wahrheit verlegten, kamen bei den Grosshirnexperimenten nicht so sehr in Betracht, da man unter der Anwendung einiger Vorsicht die Sinusverletzungen leichter vermeiden konnte, somit der störende Einfluss schwerer Blutverluste hinwegfiel, und, da die Oblongata intact blieb, deren Mitverletzung fast immer das Endergebnis der Kleinhirnversuche trübte.

Solange man im Banne der Willisianischen Theorie stand, begnügte man sich mit diesem Resultate, das als indirecter Beweis für die vitale Bedeutung des Cerebellums auf-

gefasst wurde, und nur wenige Forscher fanden es der Mühe werth, über beobachtete Veränderungen des animalen Lebens zu berichten. Zu diesen rühmlichen Ausnahmen zählen z. B. Du Verney und Chirac.

Ersterer wollte bemerkt haben, dass Tauben, denen er Gross- und Kleinhirn exstirpirte (?) nicht nur fortlebten, sondern auch Nahrung suchten und Empfindung verriethen [1]). Chirac behauptete, dass ein Hund, dem er eine Grosshirnhemisphäre weggenommen hatte, nichts an Bewegungsfähigkeit einbüsste und umherlaufen konnte, ja nach Entfernung des ganzen Grosshirns noch im Besitze des „Sense", also der geistigen Fähigkeiten blieb [2]). Trotz der Kürze der Angaben, welche an grosser Unvollständigkeit leiden, trotz der Beobachtungsfehler geben derartige Mittheilungen, wenn man ihre Entstehungszeit berücksichtigt, Zeugniss von hoher naturwissenschaftlicher Begabung. Ebenso interessant ist eine Bemerkung des um die Ergründung des Wesens der Apoplexie so verdienten Wepfer [3]), welcher, wohl durch seine toxikologischen Studien veranlasst, Reizversuche am blossgelegten Hirn vornahm, was um so höher anzuschlagen ist, als man diese Methode damals noch ziemlich selten pflegte. Er experimentirte an Fröschen, indem er das blossgelegte Hirn mit chemischen Mitteln, z. B. Spiritus nitri reizte, wobei niemals von der Hirnoberfläche, wohl aber von den Hirnstielen und der Medulla oblongata Convulsionen ausgelöst wurden. Ueber die Localisation der Bewegung und Empfindung herrschte Zwiespalt, den man experimentell zu entscheiden nicht verstand, ja nicht einmal versuchte. Die Willisianische Theorie regte zu Versuchen über die Grosshirnfunctionen kaum an, obzwar sie doch, gestützt auf pathologisch-anatomische Befunde, den Streifenhügeln die hervorragendste Rolle im Ablauf des Bewegungsmechanismus zugewiesen hatte. Willis hatte die corpora striata bei Gelähmten wiederholt entartet

vorgefunden und meinte daher, sie bildeten den Angriffspunkt für die Bewegungsimpulse, oder, um in seiner Sprache zu reden, sie bildeten den Sammelort für die „Spiritus animales“, welche auf dem Wege der Oblongata die willkürliche Bewegung hervorrufen und die Empfindung vermitteln: „Quoties nimirum appetitus aliquid agendum decernit, statim reciproca spirituum animalium tendentia, hoc est a cerebro in has partes, motuum a quavis parte aut membro ineundorum conceptus hic loci in actus disponuntur: haec corpora uti sensuum omnium impetus, ita motuum localium spontaneorum primos instinctus suscipiunt“[1]). Es währte ausserordentlich lange, bis man an den Gedanken Willis' anzuknüpfen lernte, und man dankte dies dann keineswegs theoretischen Erwägungen, als vielmehr den Anregungen, welche die Pathologie zu Theil werden liess. Noch überwog zu sehr die Speculation in der Physiologie, und nur dem Eingreifen der Pathologie ist es zuzuschreiben, dass die Wissenschaft vom Gehirne keiner trostlosen Stagnation verfiel. Die selbstgenügsamen schillernden Hypothesen mit all ihren feinen Distinctionen, mit ihren detaillirten Localisationsversuchen, brachten keinen Fortschritt, weil sie auf individueller Willkür basirten. Erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts brach sich die Erkenntnis Bahn, dass die Wissenschaft aus gaukelhaften Gedankengespinnsten keinen Vortheil zieht, sondern nur durch Schlussfolgerungen aus Erfahrungen bereichert wird.

Ihrer Haltlosigkeit wegen beeinflussten die zahlreichen gehirnphysiologischen Hypothesen das Experiment am allerwenigsten, tangirten sie doch auch zumeist nur psychisches Gebiet. Der Umstand, dass zum grossen Theile „Seele“ und Lebenskraft noch identificirt wurden, dass die Centralisationsstelle der psychischen mit jener der physischen Vorgänge zusammenfiel, hätte insoferne eine Ueberprüfung der Speculationen auf experimentellem Wege begünstigen können, als

man nur zu untersuchen gehabt hätte, ob ein Fortbestand des Lebens mit der Exstirpation des als Seelenbesitz angesprochenen Hirntheils vereinbar ist. Dem stand aber einerseits die technische Schwierigkeit, andererseits das herrschende[5]) Vorurtheil entgegen, welches in den Thieren seelenlose Automaten sah und dem zu Folge man Thierexperimente nicht beweisend erachtete, soweit psychische Functionen in Frage kamen. So kam es, dass die stolzen Lehrsysteme eines Des Cartes, Willis. Vieussens, welche mit so geistreicher Distinction die detaillirtesten Localisationen vornahmen, nicht allein auf dem schwankenden Grunde der vagen Hypothese aufgebaut waren. sondern auch nicht einmal Anregung zu exacten Forschungsversuchen über die Functionen des Grosshirns boten. In einer Zeit, da die complicirtesten Phänomene des psychischen Lebens hypothetisch localisirt wurden, verstand man nicht einmal die Grundelemente des Seelenlebens einer experimentellen Prüfung zu unterziehen.

Erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts nahm die bekannte Lehre des päpstlichen Leibarztes Giov. Maria Lancisi (1654—1720) in gewissem Sinne Einfluss auf den Werdegang des Grosshirnexperiments, allerdings um sich selbst bei diesem Unternehmen in Nichts aufzulösen.

Lancisi's Speculation stützte sich auf die Hypothese des Des Cartes[6]), welcher die Spiritus animales in die Hirnhöhlen verlegte, der einheitlich gedachten Seele aber die Zirbeldrüse zum Herrschersitz zuwies. Die Seele spielt hierbei, nach Des Cartes' eigenen Worten die Rolle eines Organista, der das einer Orgel nicht unähnlich gebaute Gehirn meistert. Die in den Ventrikeln befindlichen Spiritus übertragen die Impulse von und zu den in den Höhlenwandungen entspringenden Nerven.

Die Lehre beruhte auf mathematischen und morphologischen Erwägungen, deren Haltlosigkeit bereits Steno

klarstellte; sie konnte den Ergebnissen der emporblühenden pathologischen Hirnanatomie nicht Stand halten und zerfiel, fast ohne Spuren zu hinterlassen.

An ihre Stelle trat sodann Lancisi's Theorie [7]), welche den Balken [8]) zum Seelensitz erkor und der Zirbeldrüse [9]) nur eine Stelle zweiten Ranges zuertheilte. In der berühmten Schrift: De sede cogitantis animae suchte Lancisi nachzuweisen (1718), dass der Sitz der Seele nirgends anders als im Balken zu suchen sei, worauf schon die Thatsache hinführe, dass man bei starken Anstrengungen des Geistes in der Gegend desselben deutlich eine unangenehme Empfindung wahrnehme. Dort erreiche die Sinnesperception ihr Ende, dort entstünde, entsprechend der feinen Faserung, aus Verknüpfung der Perceptionen Vorstellung und Urtheil. Von dort aus würden die Impulse zur Bewegung ertheilt. Die Zirbeldrüse, die sich durch ähnliche Ramificationen, wie sie das Kleinhirn besitze, als Antagonist desselben erweise, wirke insofern unterstützend, als sie die vom Corpus callosum entströmenden Spiritus animales antreibe und wenn nöthig in ihrer Bewegung durch Zufuhr neuer Energie verstärke. Damit dieser Speculation auch der Schein höchster Exactheit nicht fehle, verstand sich ein gewisser Mazin [10]) dazu, ihre Richtigkeit durch die Mathematik zu beweisen, in Corollaren, die unwiderlegbar wären, wenn nicht eben die herangezogenen Prämissen jeder Wahrscheinlichkeit entbehrten.

Die festeste Stütze schienen aber chirurgische Erfahrungen, rectificirt durch Sectionsbefunde, zu gewähren, welche namentlich der französische Chirurg La Peyronie (1678 bis 1747) eifrig sammelte und 1741 der Pariser Akademie der Wissenschaften vorlegte, nachdem er schon vorher zu Montpellier über seine Ergebnisse kurz referirt hatte [11]). Das reichliche Material demonstrirte anscheinlich zweierlei. Erstens, dass die Verletzung oder pathologische Entartung der Hemi-

sphären, der Streifenhügel, der Sehhügel, der Zirbeldrüse oder des Kleinhirns nicht unbedingt tödtlich wirke. Zweitens aber, dass in jenen Fällen, die letal endigten und in denen schwere Verletzungen oder Compressionen durch Abscesse, Blutungen etc. durch die Section aufgefunden wurden, immer auch der Balken ergriffen war. Aus diesen Prämissen schloss La Peyronie, dass es dieser letztere Hirntheil sein müsse, der für den Fortbestand des Lebens die grösste Bedeutung besitze. Ferner ergab sich aus seiner Casuistik, dass psychische Alterationen nur dann beobachtet worden waren, wenn das Corpus callosum eine krankhafte Veränderung erlitten hatte, was die Ansicht, dass daselbst der Sitz der geistigen Functionen sei, bestätigen sollte. Am meisten beweiskräftig hielt La Peyronie aber mehrere Beobachtungen, aus denen hervorging, dass Druck (durch Eiter, Blut oder applicirte Medicamente) auf den Balken Bewusstseinsverlust, Lähmung, Lethargie nach sich ziehe, welche erst nach kunstgerechter Beseitigung der comprimirenden Elemente schwanden.

Im Wesentlichen lagen diesem Truggebäude zwei Hauptfehler zu Grunde:

1. war man aus der Thatsache, dass bisweilen krankhafte Veränderungen der Corp. striat., thal. optic. u. s. w. nicht letal endeten, während in anderen Fällen, wo auch der Balken mitbetroffen war, der Tod erfolgte, nicht berechtigt zu schliessen, dass letzterer besondere Lebenswichtigkeit besitze, da man ja auf den Grad der Zerstörung und andere begleitende Umstände gar nicht achtete, um so weniger, als directe Beobachtungen von ausschliesslichen Balkenverletzungen ohne Mitbetheiligung anderer Hirnabschnitte nicht vorlagen;

2. bedachte man nicht, dass bei Compressionen des Balkens immer auch zum mindesten die seitlichen Hemisphärentheile mitbetroffen sind und in ihrer Function erheblich leiden. Die Anhänger der Lancisi'schen Hypothese verzichteten aus be-

greiflichen Gründen auf das Thierexperiment, das selbstredend keine Stütze bilden konnte. War ihnen doch der von den Gegnern seit Willis bekannte Einwand sofort gemacht worden, dass die Vögel gar kein Corp. callos. besitzen, ein Einwand, der die Nichtigkeit der ganzen Hypthese schlagend bewies. Freilich suchten sie sich hinter der Behauptung zu verschanzen, dass die Lehre nur für den Menschen gelte, und dass der Einwand wegen der minderen oder andersartigen Seelenthätigkeit überhaupt nicht in die Wagschale falle. Mit derselben Waffe wollten sie die Ergebnisse der Thierversuche entkräften, indem sie erklärten, man könne auch bei den höheren Thieren, z. B. Hunden, die Störungen der geistigen Functionen gar nicht beobachten. Jedoch selbst diesen Umstand zugegeben, unterlag die Theorie dennoch der Kritik des Experiments, weil sie den Balken nicht ausschliesslich zum Sitz höherer Seelenkräfte, sondern auch zum höchsten Centralpunkt animaler und vegetativer Lebensthätigkeit machte. Die alte Identificirung von Seele und Lebenskraft spukte eben noch immer fort.

Kein einziger Thierversuch bestätigte die Lehre. Alle Experimente, die über die Lebenswichtigkeit des Grosshirns angestellt worden waren und bei der Zerstörung auch den Balken miteinbezogen [13]), bildeten wichtige Gegenargumente im Bunde mit pathologisch-anatomischen Erfahrungen [14]). Da aber die Befunde am Menschen sehr häufig zu unkritischen und voreiligen Schlussfolgerungen Anlass gaben, so hielt sich die Hypothese unter dem Schutze der Chirurgen (Chopart u. A.) eine Zeit lang, um schliesslich mehr vergeistigt, in Beschränkung auf die Verknüpfung seelischer Functionen bis in die neuere Zeit fortzuwirken. Auch auf diesem Gebiet trat die Gegnerschaft der Physiologen und Kliniker markant in den Vordergrund.

Wir werden sehen, wie es sich die Haller'sche Schule, namentlich Zinn, angelegen sein liess, zu beweisen, dass der Balken keinen unmittelbaren Einfluss auf den Fortbestand des Lebens nehme.

Trotz der grossen Irrthümer barg aber Lancisi's Lehre ein Krümchen Wahrheit und nützte der Experimentalphysiologie wenigstens dadurch, dass sie die Forscher gewöhnte, auch den psychischen Phänomenen, welche hie und da das Experiment bietet, die zu lang entzogene Aufmerksamkeit zuzuwenden.

---

[1]) Phil. trans. Nr. 226.

[2]) Ibidem.

[3]) Cicutae aquaticae historia etc. Basil. 1679, p. 90: . . . „me persuadent primum crebra experimenta in ranis facta, in his cerebrum denudavi, spiritu nitri attigi, nil unquam convulsivi sequebatur, quam primum vero crura medullosa levicule stilo quem spiritu hoc madefeceram, tetigi, protinus convellebantur.

[4]) L. c. Cap. XIII.

[5]) Ansicht Descartes'.

[6]) Passiones animae, Amstel. 1644. Artic. 31, 32, 34. „Licet anima sit juncta toti corpori, in illo tamen est quaedam pars, in qua exercet suas functiones specialius, quam in caeteris omnibus. — Rem accurate examinando, mihi videor evidenter cognovisse: partem eam corporis, in qua anima exercet, immediate suas functiones, non esse totum cerebrum, sed solummodo maxime intimam partium ejus, quae est certa quaedam glandula sita in medio substantiae ipsius, et ita suspensa supra canalem per quem spiritus cavitatum cerebri anteriorum communicationem habent cum spiritibus posterioris, ut minimi motus, qui in illa sunt, multum possint ad mutandum cursum horum spirituum, et reciproce animae mutationes, quae accidunt, cursui spirituum multum inserviant mutandis motibus hujus glandulae. Der Cartesianischen Theorie folgten auch Henr. Regius (Philosophia naturalis, Amstel. 1661), Meyssonerius, Hogelandius etc.

[7]) Joh. Mariae Lancisi, Diss. de sede cogitantis animae ad. D. Joan. Fantonum in opera varia. Venet. 1739. Tom. II, p. 104 ff.

[8]) Ibidem: Planum fit eam partem innumerabilium nervorum contextu formatam et unicam esse et in medio sitam; unde dici possit

veluti commune quoddam sensuum emporium, quo externae nervorum impressiones appellunt. Non est tamen quod hanc officinam, destinatam tantummodo recipiendis objectorum motibus existimemus; sed etiam in ea sedem illam imaginantis, deliberantis et decernentis animae collocemus.

[9]) Ihr Zweck sollte darin liegen, die Bewegung der thierischen Geister zu verstärken: „Ut quod in corpore calloso maturatum jam, perfectumque est, ac pro animae arbitrio judicioque ad motus membrorum, organorumque dirigitur, atque determinatur, ipso in itinere momentum pulsionis ac novam, ubi et quando opus sit, directionis energiam nanciscatur.

[10]) Inst. Phys. Medico-Mechan. Diss. 21, p. 146, citirt nach Zinn's Exper. quaed. circa corp. call. etc.

[11]) Mém. de l'acad. des scienc. 1741. „Observations par lesquelles on tâche de découvrir la partie du cerveau où l'âme exerce ses fonctions.“ Frühere Publication Soc. Roy. des scienc. Montpellier 1709.

[12]) Supposons que toutes les parties du cerveau ayant été détruites, et qu'il n'en soit resté qu'une seule: si après la destruction de ces parties la raison subsiste, si les facultés de l'âme ne sont nullement altérées, il est évident que le siège de l'âme n'était point dans ses partie détruites et il faut nécessairement le placer dans la partie qui reste. L. c.

[13]) Z. B. von Perrault, Chirac, Vieussens, später Kaau 257 etc. etc.

[14]) Wepfer, Fernelius, Tulpius, Bonet, Ruysch u. A.

B. Das Grosshirnexperiment unter dem Einflusse der Pathologie.

„Neque disputandum, sed experiundum.“ Baglivi.

1. Versuche über die contralaterale Innervation.

Seit Hippokrates war es der Chirurgie nicht entgangen, dass Lähmungen, welche durch Schädel- resp. Hirnverletzungen verursacht werden, nicht auf der verwundeten, sondern auf der entgegengesetzten Seite zu Tage treten.

Hippokrates selbst erklärte, dass rechtsseitige Kopfwunden links Lähmung hervorrufen, linksseitige dagegen rechts, während begleitende Convulsionen auf der Seite der Verletzung sich bemerkbar machen.

Zahllose Erfahrungen bestätigten im Lauf der Jahrhunderte den Lehrsatz und fanden mit mehr oder weniger Commentar Aufnahme in den chirurgischen Schriften. So erneuerte z. B. Wilhelm von Saliceto (13. Jahrhundert) die Formel mit den Worten: „Quotiescunque vulneratum alicui caput fuerit. ita ut inde paralysis contingat; si vulnus dextrae capitis parti inflictum sit, paralysim factum iri in sinistra corporis parte et contra“ [1]). Du Laurens [2]) berichtet darüber, wie über eine längst bekannte Thatsache. In den Sammelschriften späterer Zeit, wie in den „Centuriae“ des Fabriz von Hilden (1560—1634) oder in dem bekannten „Sepulchretum“ finden sich ebenfalls manche Fälle beschrieben [3]).

Andererseits bestritten manche Autoren [4]) schon frühzeitig auf Grund eigener Beobachtungen die Richtigkeit oder wenigstens die Allgemeingültigkeit der Lehre, wie z. B. Avicenna. von dem Berengar von Carpi Folgendes aussagt: „Avicennam . . . dicere, quod accidit laxitas in latere vulneris et spasmus in opposito, ut in pluribus.“ Doch blieben solche Befunde in der Minderheit. Immerhin regten sie leicht zu Zweifeln an, um so mehr, als man nicht die Hirnwunde, also das Wesentlichste, sondern die Schädelwunde zum Ausgangspunkt der Kritik nahm. Soweit sie nicht auf falscher Beobachtung beruhten, dürften diese wiedersprechenden Angaben leicht dadurch ihre Erklärung finden, dass man eben auf den Contrecoup keine Rücksicht nahm.

Die Unentschiedenheit drückt sich deutlich u. A. bei Bellini (1643—1704) in den Worten aus: „Si vera sunt, quae circumferuntur, altera cerebri, vel spinalis medullae parte laborante, latus oppositum paralysi affici . . . An subest ali-

quid fallaciae? An denique haec paralysis alterius lateris ex laesione oppositi perpetua non est, sed aliquando solo casu ita contingat." Diese Stelle gibt einen Fingerzeig, dass man den Lehrsatz zum Theile fälschlicher Weise auch auf das Rückenmark übertrug und daher nicht selten zu widersprechenden Ergebnissen kommen musste. Ausserdem liefen zufällig vielleicht hie und da Fälle mitunter, wo die Pyramidenbahnen sich thatsächlich nicht kreuzten, weshalb die Lähmung auf der afficirten Seite gefunden wurde. Auch schienen die Fälle, wo keine Lähmung, sondern nur Convulsionen, natürlich contralateral, auftraten, ebenso wie auch die alternirenden Hemiplegien nach der hippokratischen Lehre schwer erklärlich und gaben zu absonderlichen Conjecturen willkommenen Anlass.

Grössere Klarheit brachten die pathologisch-anatomischen Untersuchungen erst, seitdem Wepfer die hämorrhagische Natur der Apoplexie erfasst hatte. Aber erst Valsalva war es vorbehalten, den Zwiespalt zu entwirren, indem er das Gesetz auf alle pathologischen Hirnprocesse ausdehnte und namentlich bei Apoplektischen den Herd aufsuchte.

Allerdings hatten schon seit Aretaeus vereinzelte Forscher die Gültigkeit des Gesetzes von der contralateralen Lähmung bei verschiedenen krankhaften Hirnveränderungen (nicht bloss Schädelwunden!) erkannt, doch wurden diese Beobachtungen theils vergessen, theils für irrthümlich angesehen, bis Chirac und Baglivi (1669—1707), mit gewichtigeren Stimmen endlich Valsalva und Morgagni ihre Richtigkeit nachwiesen.

Eine geschäftige Speculation ermangelte natürlich nicht, allerlei mehr oder minder gewagte Erklärungsversuche auszuhecken und die Wahrheit zu verschleiern, woran sogar die Entdeckung der Pyramidenkreuzung nichts änderte. Bis in die ersten Decennien unseres Jahrhunderts schien der wahre Erklärungsgrund zu einfach zu sein, um allen wissenschaft-

lichen Grössen auch als plausibel einzuleuchten: das wahre Ei des Columbus in der Gehirnphysiologie. Man muss nur bedauern, wie viel Scharfsinn verbraucht wurde, wie man sich quälte, um über das Problem hinwegzukommen! Hier einige Beispiele! Du Laurens meinte, weil der Kranke gewöhnlich auf der gesunden Seite liege, fliesse der Eiter auf die gesunde Hirnhälfte hinüber, oder die verletzte Seite ziehe nach ihrer Erkrankung die spiritus animales der gesunden Seite an sich, wodurch die Lähmung contralateral erscheine. Ballonius (Baillou) (1538—1616) wollte die Convulsionen erklären und schrieb daher der Natur das Bestreben zu, von der gesunden Seite den Feind, nämlich die Krankheit (durch Abwehrbewegungen) abzuwehren: „Verum omnibus diligenter subductis rationi videtur affinius, ut convulsio partium sanarum ad extremum potius naturae referatur.“ Van Helmont[5]) (1578—1644) leitete die Symptome von einer Gleichgewichtsstörung der beiden sich sonst an Kräften die Wage haltenden Hemisphären her. Ja, um der weiteren Entwicklung vorzugreifen, sei nur erwähnt, dass noch Boerhaave glaubte, die Erschütterung pflanze sich von einer Gehirnhälfte zur andern fort. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wollte noch Metzger[6]) (1739—1805) die Glaubwürdigkeit der zahllosen Beobachtungen erschüttern mit der Motivirung, es könnte doch in der anscheinend unversehrten Gehirnhälfte eine Abnormität entgangen sein. Durch den am Ende des vorigen und im Beginne dieses Jahrhunderts erwachten Vitalismus zu teleologischen Erklärungen angeregt, fanden es Forscher wie Barthez[7]), Dumas[8]) etc. nicht anachronistisch, Speculationen à la Baillou gut zu heissen. Es bildet ein unvergängliches Verdienst Gall's, durch sichere anatomische Darlegungen dem tollen Spuk ein Ende bereitet zu haben!

Dennoch fehlten auch andererseits nicht Forscher, welche sich lange vor Auffindung der Pyramidenkreuzung den Sach-

verhalt in einfacher Weise zurechtzulegen suchten. Zu diesen zählen Aretaeus[9]), Cassius[10]) und Prosper Martianus[11]). Aretaeus wusste bereits, dass Rückenmarksverletzungen gleichseitige, Hirnverletzungen contralaterale Lähmungen bewirken und begründete letztere Thatsache damit, dass sich die Nerven an ihrem Ursprung kreuzen, eine Annahme, zu welcher ihn vielleicht die Decussatio nerv. opticor. führte: „Si infra caput aliquod principium affectum sit, quale medullae dorsi membrana est, quae nominis ejusdem sunt, et contigua, dextra in dextris et in sinistris laeva resolvuntur. Verum si caput primo in dextra patiatur, sinistre, si in laeva, dextra nervorum resolutione laborant. Hoc ideo evenit, quod nervorum initia permutata sunt. Neque enim dextri nervi in dextras partes secundum rectum usque ad externum progrediuntur: sed ab initio enati protinus ad oppositos transeunt, se invicem in figuram hujus litterae X, quam Graeci Chiasma vocant, permutantes.“ Der wahre Urheber dieser Erklärung ist vielleicht Cassius, den Celsus als scharfsinnigsten Arzt seiner Zeit bezeichnet. Auch Prosper Martianus huldigte einer ähnlichen Anschauung.

Aber erst am Ende des ersten Decenniums des 18. Jahrhunderts wurden diese Conjecturen rectificirt und durch anatomischen Nachweis in den Rang exacten Wissens erhoben. Dieses Verdienst gebührt Domenico Mistichelli[12]) und François Pourfour du Petit[13]). Ersterer gab 1709 in einem Tractat über die Apoplexie Andeutungen, letzterer wies im darauffolgenden Jahre (1710) die Kreuzung der Fasern unterhalb des Pons in den Pyramiden nach: „Chaque corps pyramidal se divise à sa partie inférieure en deux grosses manipules de fibres, le plus souvent en trois et quelquefois en quatre. Cette du côté droit passent au côté gauche et celles du côté gauche passent au côté droit, en s'engageant les uns entre les autres.“ Obzwar bald darauf Bestätigung

von Seiten Winslow's, Santorini's u. A. eintrafen, acceptirte dennoch ein Anatom wie Morgagni diesen Befund für die Erklärung der contralateralen Lähmung nicht, und zwar in Berücksichtigung folgender Momente. Erstens ziehen nicht alle Fasern auf die andere Seite hinüber; zweitens sei es nicht ausgeschlossen, dass die anscheinend gekreuzten Fasern nur transversal als Commissuren verlaufen, und endlich müssten die ebenfalls oft contralateralen Facialislähmungen durch eine Decussation oberhalb des Pons zu Stande kommen. Diese Erwägungen hauptsächlich veranlassten Morgagni, eher der Annahme Lancisi's zu folgen, der die nach ihm genannten Striae des Balkens zu Vermittlern der alternirenden Function beider Hemisphären machte [14]). Boerhaave spricht sich über die Decussation noch unsicher aus, während sein Commentator Van Swieten [15]) an drei Stellen Kreuzung der Fasern vermuthete. Zur vollen Evidenz erhob sich die Entdeckung erst durch Gall und die moderne Forschung, nachdem der Thierversuch viel früher damit in Einklang gebracht worden war.

Die Experimentalphysiologie des 18. Jahrhunderts stellte es sich zunächst nicht zur Aufgabe, den Ort der Kreuzung aufzufinden, sondern bestrebte sich vielmehr lediglich, die alte Streitfrage der Pathologen zu schlichten, ob Läsionen einer Hirnhälfte gesetzmässig oder nur zufällig auf der gegenüberliegenden Seite Lähmung oder Convulsionen bewirken.

Es zeugt von einer steigenden Werthschätzung der experimentellen Methode, dass man in einer Frage, über welche die pathologische Anatomie keine Klarheit brachte, an den Thierversuch als letzte Instanz appellirte. Durch den Entwicklungsgang dieser den praktischen Bedürfnissen in erster Linie dienenden Versuche erhellt es wieder einmal, dass die Pathologie auf dem Wege der Abstraction zur Mutter der Physiologie wird; denn nahe lagen die Probleme, von denen

seine die Motilitätsstörungen, das andere die centrale Localisation der Bewegung umfasste.

Kein anderer war so sehr dazu berufen, beiden Problemen nachzugehen, als derjenige, welcher zuerst Licht über die anatomischen Verhältnisse der Kreuzung verbreitet hatte, kein anderer wusste sich in seiner Forschungsart so sehr den modernen Ideen zu nähern, wie François Pourfour du Petit. Ja, wir glauben diesen Pfadfinder nicht überschätzend zu beurtheilen, wenn wir sagen, dass es erst seit den Entdeckungen von Fritsch und Hitzig möglich war, den von ihm begonnenen Faden weiter zu spinnen. Mit Ausnahme der vereinzelten Leistungen französischer Chirurgen bildet fast Alles, was auf seinem Gebiete im Verlauf des 18. Jahrhunderts gearbeitet wurde, erheblichen Rückschritt.

In seinen leider nur in 200 Exemplaren 1710 zu Namur erschienenen „Lettres d'un médecin des hôpitaux à un autre médecin de ses amis“, welche füglich zu den werthvollsten Stücken der alten neurologischen Literatur gezählt werden müssen, finden sich neben fünf eigenen und einigen Bonet entnommenen pathologischen Befunden die Resultate seiner sehr instructiven Vivisectionen zusammengestellt, die uns deshalb so werthvoll erscheinen, weil sie zum ersten Male die Aufmerksamkeit auf die psychomotorische Leistung der Hirnrinde lenken. Es geschah dies in einer Periode, in der, nach dem Schwinden des Willisianischen Systems, das dem Cortex cerebri mehr gerecht war, der Hirnrinde im Allgemeinen nur eine sehr geringe Bedeutung zuerkannt wurde. Es kann uns daher nicht wundern, dass die Schrift, welche schon äusserer Umstände halber wenig Verbreitung fand, in Folge ihres Gegensatzes zu der herrschenden Tagesströmung in Vergessenheit gerieth und erst nach Decennien durch die Aufnahme in A. Louis' „Recueil d'observations d'anatomie et de chirurgie“ (Paris 1788) bekannter wurde.

Pourfour du Petit trepanirte meist in seinen an Hunden angestellten Experimenten über einem Scheitelbein (gewöhnlich wurden über der mittleren Parietalgegend mehrere Trepankronen gesetzt), stiess dann ein Scalpell durch die Hemisphäre nach verschiedenen Richtungen, entweder nur nach vorne oder auch in die Tiefe und entfernte aus dem Schädel die zerstörte Hirnmasse. Als Folge dieses Vorgehens sah er stets Lähmung der Extremitäten der gegenüberliegenden Seite auftreten, jedoch mit der Einschränkung, dass diese Lähmung nur dann eine vollständige war, wenn das Corpus striatum verletzt wurde, wogegen alleinige Verletzung der Hirnoberfläche, der corticalen Substanz, keine eigentliche Lähmung, sondern bloss Schwäche der contralateralen Extremitäten producirte. Trepanirte Petit über der Mitte eines Scheitelbeins und durchschnitt er sodann eine Hemisphäre in einiger Ausdehnung von vorne nach hinten, so beobachtete er als Folge dieser Operation auf der gegenüberliegenden Seite Schwäche, aber keine eigentliche Lähmung der Glieder. Letztere trat aber rasch auf wenn auch die Streifenhügel an der Verletzung Theil nahmen. Wir brauchen kaum hinzuzufügen, dass die Beschreibung der corticalen Ausfallserscheinuug als Schwäche ein durch Kritik verfeinertes Beobachtungstalent verräth und mit den modernen Anschauungen fast völlig harmonirt.

Der experimentell festgestellte Zusammenhang zwischen der Läsion der Hirnrinde und der contralateralen Bewegungsstörung drängte im Verein mit mehreren pathologisch-anatomischen Befunden, die als Ursache einer am Lebenden beobachteten Motilitätsstörung nur „Entzündung“ des Cortex ergaben, zu dem Schlusse, dass in der Rinde des Grosshirns der Impuls zur Bewegung ertheilt werde, welche in der Medullarsubstanz die nöthige Fortleitung findet. Die Verletzung beider erzeugt dementsprechend gleiche Symptome.

Wir lesen, so wunderbar uns heute diese Errungenschaften einer so frühen Zeit erscheinen, bei Sabourant[16]), der sich um die Uebermittlung der Petit'schen Forschungsergebnisse so hoch verdient gemacht hat, folgende Stelle, die wir wörtlich anführen, um gegen den Vorwurf, mehr hineinzulegen, als den Thatsachen entspricht, geschützt zu sein: „Ces observations et ces expériences prouvent que les lésions de la substance corticale du cerveau diminuent ou anéantissent le mouvement dans les bras et les jambes du côté opposé à la lésion, quoique la substance medullaire demeure dans son état d'integrité; mais des pareilles lésions, à cette dernière substance, ne produiraient elles pas les mêmes phenomènes, quoique la substance corticale ne fut point blessée? Cela devrait arriver aussi, si, comme il y a lieu de croisé, la substance médullaire n'est qu'une continuation de la substance corticale.“

Im Geiste seines Zeitalters liess Petit die „spiritus animales“, soweit sie der Bewegung dienen, aus der Hirnrinde hervorgehen („que les ésprits animaux qui font, mouvoir les bras et les jambes, viennent uniquement de la partie supérieure des hemisphères du cerveau“), sodann in die Fasern der Marksubstanz durchströmend, die Streifenhügel passiren, welche er sich aus Markfasern zusammengesetzt dachte. Die Corpora striata bildeten gleichsam die concentrirenden Sammelstellen. Ihre hohe Wichtigkeit bewies die sowohl experimentell als pathologisch-anatomisch erkannte Thatsache, dass ihre Zerstörung vollständige und dauernde Lähmung der contralateralen Extremitäten hervorruft.

Du Petit wurde durch seine Versuche noch einen Schritt weiter geführt. Er bemerkte nämlich nebst der Lähmung noch, dass die operirten Hunde auf dem Auge der gegenüberliegenden Seite nichts sahen und mit der entsprechen-

den Schnauzenhälfte nichts zu fassen vermochten. Auf Grund seiner Versuche und übereinstimmender Sectionsbefunde glaubte er sich berechtigt, folgende Thesen aufzustellen: 1. Die Spiritus animales, welche die Bewegung der Glieder vermitteln, gehen von der gegenüberliegenden Grosshirnhemisphäre aus. 2. Dieselben ziehen durch die Streifenhügel hindurch. 3. Auch jene Nervengeister, welche den Sehact zu Stande bringen, passiren den contralateralen Streifenhügel.

Mag die letzte These auch heute nicht mehr stichhaltig sein, so mindert dies nichts an dem grossen Verdienst des Forschers, der hier zum ersten Male auch auf sensoriellem Gebiete das Princip der contralateralen Innervation entschieden zur Geltung brachte. (Auch Valsalva machte auf den contralateralen Sitz der Blindheit bei Gehirnprocessen aufmerksam).

Pourfour du Petit hatte nicht allein die Ursachen der contralateralen Lähmungen aufgedeckt, das Princip der wechselseitigen Innervation der beiden Hemisphären über jeden Zweifel erhoben, er war seiner Zeit weit vorangeeilt, indem er auf die hohe Bedeutung der Hirnoberfläche, des Cortex, hinwies. Wenn er auch nicht völlig verstanden wurde, so fielen seine Anregungen doch nicht auf steinigen Boden, insofern als es einigen französischen Chirurgen der folgenden Decennien gegönnt war, in seinem Geiste fortzuwirken, ja, wie wir sehen werden, wussten einige von ihnen Petit's Erfahrungen durch Localisationsversuche der motorischen Centralstellen noch zu vertiefen. Die würdigste Rehabilitation wurde ihm aber erst durch die modernen Gehirnphysiologen zu Theil, die leider in Unkenntnis der historischen Thatsachen ihres grossen Ahnen vergassen, dessen Untersuchungen bereits von echt wissenschaftlichem Geist durchweht waren.

In Deutschland berücksichtigte man, unter Haller's Einfluss stehend, jeder Hirnlocalisation abhold, nicht die grossen Resultate Petit's, sondern mehr ein geringfügiges Ergebnis seiner Forschungen, das allerdings ebenfalls nicht wirkungslos blieb. Verleitet durch die Kenntnis von der Unempfindlichkeit des Grosshirns, glaubte Petit nämlich anfangs, dass dieses nur die Bewegung, nicht aber die Empfindung vermittle. Es war dies ein häufig wiederkehrender und verhängnisvoller Denkfehler vieler Autoren. Was lag näher, als dass er diese Leistung dem zweiten grossen Gehirntheil, dem Cerebellum, zuschrieb. Bald aber widerlegten diese Annahme seine eigenen Kleinhirnexperimente, von denen wir schon oben kurz berichtet haben. Er fand, dass Verletzungen des Kleinhirns nicht nur keine Verminderung, sondern sogar eine hochgradige Steigerung der Sensibilität (Hyperästhesie und Hyperalgesie) hervorrufen, ein Phänomen, das später durch La Peyronie und Chopart bestätigt wurde. Dasselbe lehrten Beobachtungen, die man an Menschen gemacht hatte.

Pourfour du Petit's Experimentalergebnisse bedeuten einen solchen Fortschritt, dass man späteren, von ihm unabhängigen Autoren kaum gerecht zu werden vermag; dennoch müssen wir zugeben, dass, wie es wiederholt geschah, ein minder veranlagter Forscher viel grösseren Einfluss auf die Fortentwicklung seiner Wissenschaft ausübte. Es war dies der Bologner Anatom Peter Paul Molinelli (1702—1764), ein um die Chirurgie und Physiologie hochverdienter Arzt, dessen hier in Frage kommenden Versuchsresultate in den weitesten Kreisen die Bedenken gegen das Princip der contralateralen Innervation zerstreuten und gerade durch ihre Einfachheit leicht Verständnis und Anerkennung erwarben. Nach dem Berichte der Akademie von Bologna (De Bononiensi scientiarium instituto atque Academia commentarii, 1731) stellte Molinelli im Jahre 1721 folgendes Experiment an einem

Hunde an. Er eröffnete den linken Theil des Schädeldachs und reizte zunächst die Dura durch Stiche, wodurch das Thier in Convulsionen verfiel. Sodann trug er den ganzen linken Hirnlappen ab. Der Hund stürzte sogleich, jedoch nicht wie Molinelli vorher glaubte, auf die linke Seite, sondern nach rechts und büsste auf der rechten Seite nicht allein die Motilität, sondern auch die Empfindung ein. „Postremo sinistrum cerebri lobum penitus extraxit. Cecidit extemplo canis non quidem in sinistrum latus quemadmodum exspectandum videbatur, sed in dextrum, relevatusque iterum ad eandem partem procubuit; quod sane ostendit eam corporis partem gravissimam habuisse ex evulsione ejus, quem dixi, lobi offensionem, praesertim cum ea post omni sensu carere visa sit, contra quam accidit in sinistra, quae et sensum retinuit et motum“[17]).

Wie es im Berichte weiter heisst, versuchten auch mehrere Andere, dasselbe Experiment vorzunehmen und nachzuprüfen, natürlich mit dem gleichen Endresultate, dass die Lähmung stets contralateral zu Tage trete.

Du Petit's und Molinelli's Forschungen hatten nicht allein hohen theoretischen Werth, sie lieferten auch die Grundformel für die topische Diagnostik unilateraler Hirnprocesse. Streng genommen waren es nur Verletzungen des Gehirns, für welche die Experimente das Gesetz contralateraler Innervation nachwiesen; eine vorgeschrittenere Auffassung hätte allerdings ihre Beweiskraft auch auf die pathologischen Veränderungen, wie sie sich z. B. in der Compression durch Blutextravasate, Knochensplitter etc. oder in Abscessen, Tumoren etc. darstellen, ausdehnen können. Da man aber noch nicht hinlänglich zu abstrahiren verstand, so hielt man sich an eine getreuere Nachahmung des Naturexperimentes und griff in der Erkenntnis, dass in der Druckwirkung das grundlegende Princip

zu suchen ist, zu Versuchen, deren Aufgabe darin bestand, darzuthun, dass künstlich applicirter Druck auf der gegenüberliegenden Seite Krämpfe, resp. Lähmung hervorrufe. Wir versagen es uns, an dieser Stelle Einzelheiten anzuführen, da wir ohnedies auf die Compressionsversuche zu sprechen kommen werden, und bemerken nur, dass die Früchte derartiger Untersuchungen der Pathologie in hohem Grade zu gute kamen und die Diagnostik verfeinerten. Wie rasch sich die theoretischen Ergebnisse in praktische Nutzanwendung umsetzten, davon zeugt z. B. eine chirurgische Mittheilung de Lassonne's (Hist. de l'academie des sciences 1742), welcher sich zur Erklärung der Symptomatologie eines Tumors der Parietalgegend ausdrücklich auf Thierversuche beruft. Es heisst dort: „Il parait aussi par les observations qu'on a faites sur les animaux, que quand on comprime differens points de leur cerveau, différentes parties que répondent à ces points par le moyen des nerfs, sont subitement attaquées, de paralysie ou de convulsion du côté opposé à celui qui est comprime."

Die Entdeckung des Gesetzes von der contralateralen Innervation gehörte zu den ersten dauernden Erwerbungen der Gehirnphysiologie und wurde auch durch die Forscher aus der Haller'schen Schule mittelst zahlreicher Experimente besiegelt. Ihre Geschichte bietet das so seltene Beispiel einer frühzeitigen Uebereinstimmung pathologischer Befunde mit experimentellen Untersuchungsergebnissen.

---

[1]) Joann. Bapt. Morgagni, Epist. anat. Ven. 1740. Ep. XIII, 14.
[2]) L. c. Lib. X, c. 10.
[3]) Theoph. Boneti, Sepulchretum s. Anat. pract. Genev 1679.
[4]) Vergl. für das Folgende: Morgagni, Ep. XIII, 14.

[5]) De lithiasi in Op. med. inaudit. Amst. 1648.

[6]) Advers. med. Francof. 1775.

[7]) Nouveaux élémens de la science de l'homme. Paris 1806.

[8]) Principes de physiologie etc. Paris 1800—1803.

[9]) De caus. diuturn. Affect. Lib. I, c. 7.

[10]) Quaest. 41.

[11]) Annot. ad Hippocr. Epid. l. 7. Sect. I, vers. 377.

[12]) Tratt. dell'. Apoplessia. Rom. 1709.

[13]) Lettres à un médecin etc.

[14]) Ep. XIII, 21. „Aut ego quidem plurimum fallor, aut altior adhuc, multoque plurimum fibrarum decussatio quaerenda est, ut puta in Calloso corpore, in quo caeteroquin verisimilius Lancisio visum est, transversas illas, ac parallelas inter se fibras alterno ductu, alteram a sinistro hemisphaerio in dexterum ventriculi fornicem, alteram a dextero hemisphaerio in sinistrum fornicem protendi."

[15]) Comment. in H. Boerhaavii aphorismos de cogn. et cur. morb. L. B. 1745. § 276, No. 5. In talibus cadaveribus post diuturnam macerationem dissoluta, pro maxima parte verticali cinerea encephali substantia, luculenter apparuit medullares fibras, in dextra cerebri parte ortas, ad sinistram partem tendere et vicissim. Ille autem fibrarum decursus potissimum triplici in loco animadverti potuit: in utraque scilicet priore et posteriore annullaris protuberantiae crepidine, atque maxime in imo medullaris caudice quae in spinalem abit, omnium evidentissime, duabis circiter lineis infra pyramidalia et olivaria corpora hoc apparet, si enim leniter a se mutuo diducantur pyramidalia corpora, non tenues decussari fibrillas, sed validos earumque fasciculos in adversam partem tendere evidentissime demonstratur.

[16]) Recueil des pièces, qui ont concouru pour le prix de l'academie royale ne chirurgie. Paris 1753—1778.

[17]) De Bonon. scient et art. instit. atque Academ. comment. I, 1731.

---

2. Compressionsversuche.

Die Zustände von vollkommener Aufhebung oder theilweiser Einschränkung des Bewusstseins, Sopor, Coma, Ohnmacht, Schlaf und Schläfrigkeit, namentlich aber die Apoplexie erweckten frühzeitig das Interesse der Forscher und

regten den Scharfsinn an, den Phänomen mit allerlei mehr oder minder gewagten Erklärungsversuchen beizukommen.

Noch in eine sehr frühe Zeit reicht wahrscheinlich die durch Zufall erworbene Erfahrung zurück, dass heftiger Druck am Halse Empfindungslosigkeit und Aufhebung des Bewusstseins verursachen könne. Schon die alten Assyrer sollen sich dieser Erfahrung behufs Erzeugung von Anästhesie bei der Beschneidungsoperation bedient haben.

Nachdem man dieses Verfahren auf Compression der grossen Halsgefässe zurückgeführt hatte, konnte es mit dem ersten Aufblühen des Thierversuchs nicht daran fehlen, dass man danach strebte, die Erfahrung experimentell zu überprüfen. In der That findet sich bereits bei Aristoteles das Experiment der Carotidenunterbindung erwähnt; jedoch scheint es nicht ganz sichergestellt, ob wirklich die Carotiden oder aber die Jugularvenen gemeint sind, um so mehr als an einer anderen Stelle ausdrücklich bemerkt wird, dass Compression der Halsvenen Unbesinnlichkeit hervorrufe.

In der Alexandriner Zeit dürften unzweifelhaft die Carotiden bisweilen bei Thieren experimenti causa unterbunden worden sein, und da man gleichzeitig den Vagus mitfasste, so erklärt es sich, dass man die Stimmlosigkeit fälschlicherweise unter den Folgesymptomen dieser Unterbindung nannte. Diesen Irrthum berichtigte Galen, indem er durch seinen bekannten Versuch die Stimmlosigkeit von der Unterbindung des Recurrens ableitete. Hingegen konnte er die Resultate seiner Vorgänger hinsichtlich der Carotisunterbindung nicht bestätigen (De util. respir. c. 5).

Den Arabern, z. B. Avicenna, war es bekannt, dass die Unterbindung der Venae apoplecticae, wie sie die Carotiden bezeichnend nannten, Bewegung und Empfindung aufhebe. Diese Erkenntnis wurde weiterhin festgehalten. So sagt z. B. Valverda: „Carotidibus obstructis sive quavis

tandem ratione occlusis statim obdormiscimus", und Realdus Columbus versetzte 1544 zu Pisa einen Jüngling durch Druck auf die Carotiden zum Erstaunen der Zuseher in Bewusstlosigkeit[1]).

Die an Thieren in späterer Zeit angestellten Experimente widersprachen sich in hohem Grade. Santoro z. B. beobachtete, dass ein Hund sich nach Carotisligatur noch eine Stunde bewegen kann und Empfindung kundgab, allerdings aber bald darauf zu Grunde ging; von Betäubungszuständen berichtete Carolus Stephanus; Convulsionen beschrieb als Folgesymptom Drelincourt; Dionis, Baglivi fanden Bewusstlosigkeit.

Valsalva[2]) kam zu einem sehr abweichenden Ergebnis; denn von drei Hunden, denen man eine Carotis ligirte, lebte der erste drei, der zweite sechs, der dritte sogar vierundzwanzig Stunden. Emmet und Lamure bemerkten, dass Bewusstlosigkeit in Folge der Ligatur eintreten kann.

Inzwischen wurde auch das Vagusexperiment für dieses Thema von Bedeutung, insofern manche Forscher dasselbe sofort tödtlich ausgehen sahen, und man daher dieses Phänomen mit apoplectischen Zuständen in Causalnexus zu setzen versuchte. Bohn[3]) z. B. berichtet aus eigenen Versuchen, dass die Thiere durch Vagusunterbindung wie vom Blitze gerührt zusammenstürzten (fulmine quasi tactum a constrictis funiculis expirasse). Fried. Schrader[4]) theilt folgendes Ergebnis mit: „Ligatis nervis ad cor tendentibus motus hujus non turbatur saltem, multumque imminuitur, sed constrictis arctius vinculis animal vitam protinus amittit." Auch Valsalva[5]) beobachtete an Hunden rasch folgenden Exitus nach Vagusunterbindung, ebenso Varignon.

Neue Bahnen wurden der Forschung eröffnet, seitdem man für die Pathologie des Gehirns reelle Grundlagen aufzufinden lernte, und den Spuren des Naturexperiments fol-

gend, in der Erkenntnis, dass abnormer Hirndruck Bewusstseinstrübungen erzeuge, die Hirncompression unter den experimentellen Methoden einreihte.

Chirurgische Erfahrungen bei der so häufig angewendeten Trepanation hatten lange vorher den Weg gewiesen. Schon im Alterthum konnte es den Chirurgen nicht entgehen, dass durch einen zu starken Druck auf das blossliegende Gehirn Sopor hervorgerufen werden könne. So sagt Galen: „Quemadmodum autem in perforationibus quum quis negligenter meningophylace premendo membranam plus justo compresserit, sopor accidit.“ Ebenso beobachtete man, dass Druck auf Encephalocelen mit Verdunkelung des Bewusstseins einhergehe. Geradezu demonstrationes ad oculos bildeten solche Fälle, wo bei Menschen mit blossliegender Dura (Caries der Schädelknochen) alle Stadien der Betäubung vom augenblicklichen Bewusstseinsverlust bis zum tiefsten Coma producirt werden konnten. In den Mémoires de l'acad. des sciences 1700 findet sich die Geschichte eines Bettlers, der eine so grosse Schädellücke aufwies, dass das Gehirn nur von seinen Häuten bedeckt war. Gegen Entgelt liess er sich das Gehirn zusammendrücken. Bei gelindem Drucke schienen ihm Tausende von Funken vor den Augen zu wirbeln, bei stärkerem verlor er das Sehvermögen, und wurde mit der Compression fortgesetzt, so verfiel er in tiefen Schlaf mit stertorösem Athmen. Liess man mit dem Drucke nach, so verloren sich allmählich wieder die Erscheinungen, bis sich endlich volle Empfindung wieder einstellte. Zu mancherlei Erfahrungen gab auch der Umstand Anlass, dass man häufig Medicamente local applicirte und hiebei gelegentlich unangenehme Ereignisse eintraten, wenn man des Guten zu viel gethan hatte. Peyronie berichtete, ein derartiges Vorkommnis bemerkt zu haben, als er einmal einen Verwundeten mel rosatum injicirte: aegrum ab injectione, quasi mortuus esset, fuisse pro-

lapsum et vicissim refocillatum esse, cum cerebrum ea pressione liberaret[6]).

Die immer mehr anschwellende anatomisch-pathologische Literatur lehrte im Vereine mit klinischer Beobachtung, dass Blutextravasate, Eiteransammlungen, Tumoren des Gehirns, Hydrocephalus, Fremdkörper etc. Schlafsucht, Bewusstseinstrübungen, Sopor erzeugen können. Man erkannte in der Compression das gemeinsam zu Grunde liegende, wirksame Moment. Von den meisten Forschern wurde daher der Hirndruck für die Erklärung der Betäubungszustände in Anspruch genommen.

Folgerungen aus den speculativen Hirnlocalisationstheorien führten dahin, insbesondere die Compression des Grosshirns als bewusstseinsstörend zu erklären. Aber auch chirurgische Erfahrungen, pathologische Sectionsresultate im Bunde mit der Speculation trugen dazu bei, dass allmählich die höheren, d. h. mit Bewusstsein verknüpften animalen Thätigkeiten auf das Grosshirn übertragen wurden. Einige Forscher, wie z. B. Vieussens, beobachteten im Thierversuch, dass Abtragung der Grosshirnlappen Betäubungszustände hervorrufen, die Anhänger der Theorie des Lancisi wollten das Phänomen lediglich auf den Balken beschränken. Da man aber auch die Compression anderer Hirnabschnitte von Bewusstseinseinschränkung begleitet sah, so konnte man zu keiner Klarheit kommen, obzwar die Physiologen, in Nachahmung der vielen Vorbilder, welche die Natur selbst bot, sich eifrig daran machten, auf dem Wege des Experiments Kenntnis von der Wirkung local applicirter Hirncompression Kenntnis zu erlangen. Am umfassendsten that dies Lorry[7]). Aber er löste die Frage in einer Weise, welche zahllose sichergestellte pathologische Erfahrungen Lügen strafte, indem er der Compression des Grosshirns jedwede Bedeutung für das Zustandekommen der Betäubungszustände absprach. Es ist dies ein

Beispiel, wie die anscheinend exacten physiologischen Forschungen zuweilen empirisch sichergestellte Facten desavouiren, um erst später, nach Erkennung der Fehlerquellen, nachhinkend die Pose der unfehlbaren Aufklärung anzunehmen.

Lorry übte meist partielle Compression mittelst Fingerdruck oder instrumentell aus, ohne sich über die Intensität des Druckes Rechenschaft zu geben, oder er spritzte, in Nachahmung der Blutextravasate, warmes Wasser durch die Trepanöffnung zwischen Dura und Hirnoberfläche.

In Anwendung dieser Methode beobachtete er in einer Reihe von Versuchen bei Hunden, Katzen, Kaninchen und Tauben, dass Druck auf verschiedene Stellen des Grosshirns keine Betäubung oder Lähmung, sondern vielmehr Schmerzäusserungen und Abwehrbewegungen veranlasse. Oft sah er auch lebhaftes Zittern der stets sensibel befundenen Gliedmassen. Dabei äusserten die Versuchsthiere verschiedene Schmerzempfindung insofern, als dieselbe bei Compression der hinteren Theile des Gehirns stärker zu sein schien. Ebensowenig, wie die partielle, bewirkte allgemeine Compression Betäubung oder Schlaf. Spritzte Lorry Wasser zwischen Dura und Hirn, so trat keine Betäubung ein, vielmehr sah er erhöhte Frequenz der Respiration und Herzaction und dementsprechend pulsirende Bewegung der eingedrungenen Flüssigkeit. Eine theoretische Speculation hatte als Ursache des Schlafes kurzwegs Erweiterung der Hirngefässe bestimmt, weshalb Lorry es unternahm, die Wahrheit dieser Annahme einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Er ging in der Weise vor, dass er die Gefässe bei Hunden, die mittelst Opium in Schlaf versetzt worden waren, betrachtete, wobei er aber keine Erweiterung, wie es die Theorie verlangte, constatiren konnte.

Alle diese Versuchsergebnisse schienen ihm zu beweisen,

dass jedenfalls das Grosshirn in Betäubungszuständen nicht betroffen sei. Er wiederholte das oben erwähnte Vieussens-sche Experiment, indem er bei verschiedenen Thieren die Grosshirnlappen abtrug oder zu einem Brei zermalmte. („J'ai réduit ces lobes du cerveau en une pure bouillie détruisant par-la toute l'organisation.") Die solchen Operationen folgenden Symptome führte er einfach auf den Blutverlust und die Schmerzen zurück. Denn Tauben, bei denen der Blutverlust sehr gering war, erholten sich schon nach einer halben Stunde so weit, dass sie umherwandeln und fliegen konnten („après plus d'une demi-heure l'animal marchait, s'envolait et paraissait sain"). Zur Widerlegung Peyronie's, resp. der Theorie Lancisi's unterwarf Lorry auch den Balken partieller Compression mit Resultaten, welche der Speculation in hohem Masse widersprachen.

Begreiflicherweise standen diese Versuchsergebnisse ziemlich isolirt da, nur Laghi berichtete Aehnliches, während alle übrigen die Compression des Grosshirns mit Betäubung verknüpft sahen. Lorry machte keinen Unterschied in der Intensität des Drucks. Er verharrte wahrscheinlich bei dem Stadium, das in den neueren Untersuchungen als erster Grad bezeichnet wird und sich durch lebhafte Schmerzäusserungen charakterisirt. Die Schmerzäusserungen erklärte er sich, da ihm die Empfindungslosigkeit der Hirnsubstanz durch eigene und fremde Untersuchungen (Reizung, mechanisch oder mit scharfen Flüssigkeiten) bekannt war, daraus, dass bei dem Drucke die Nervenursprünge mittelbar getroffen werden. Wie sehr nur die Methode an dem einseitigen Resultate schuld war, geht aus dem weiteren Verlauf der Untersuchungen hervor. Nachdem er nämlich das Grosshirn absolvirt hatte, wagte er sich an das Kleinhirn heran, wobei namentlich bei Hunden grosse technische Schwierigkeiten im Wege standen. Hier bediente er sich einer ge-

krümmten Sonde, die er zwischen Hinterhaupt und Atlas einführte und mit der concaven Seite an das Cerebellum andrückte. In diesem Falle wurde Betäubung hervorgerufen, wie er annahm, durch die Wirkung auf die Oblongata; reizte er die letztere, so reagirte das Thier mit lebhaften Krämpfen, die er als Zeichen des Erwachens auffasste. Die Medulla oblongata war es daher, von deren Compression er die Bewusstlosigkeit eigentlich herleitete[8]).

Auch bei Tauben erzeugte Druck aufs Kleinhirn Betäubung mit consecutiver halbseitiger (!) Lähmung (!). Als er einmal bei einer Taube die Compression durch eine in die Trepanöffnung gebrachte Papierkugel bewerkstelligte, verfiel dieselbe in einen apoplektischen Zustand, der erst allmählich, nachdem die Kugel schon herausgefallen war, in Stupor überging.

Eine Fortsetzung erhielten Lorry's Experimente namentlich durch die Untersuchungen französischer Chirurgen.

---

[1]) Vergl. auch Joh. Riolan, Ars bene medendi, Par. 1601, 76b: „Sed cur prae caeteris apoplexiae sund obnoxii homines pingues quibus collum est breve? . . . Si quibus dam pituita arterias soporarias obstruat, non aliter quam si laqueo collum premeretur, strangulari moriuntur."

[2]) Morgagni, Ep. anat. XIII, 30.

[3]) Circul. anat. Progymn. 6.

[4]) Addit. ad Vesling. Synt. c. 10, n. 7.

[5]) Morgagni, Ep. anat. XIII, 27.

[6]) Mém. de l'acad. de chir. T. I, P. II, p. 166.

[7]) Mém. de sav. étrang. III.

[8]) Ein Umstand, der die Bedeutung der Oblongata noch mehr vor Augen stellte.

III.

Versuche an der harten Hirnhaut und über Hirnbewegung.

So birgt der unscheinbare, aber sichere Bau heutiger Empirie manche Trümmer einer glänzenden, einst die Wissenschaft beherrschenden Speculation.

Du Bois-Reymond.

Neben dem Gross- und Kleinhirnexperiment beeinflusste Willis noch eine dritte Versuchsreihe, welche mit ihren ersten Anfängen weit zurückreicht und eine grössere Domäne einnahm, als man unbefangen erwarten sollte: die experimentelle Erforschung der Hirnbewegung und der Sensibilität der harten Hirnhaut.

So einfach heute das Problem erscheint, so grosse Schwierigkeiten bereitete es der Wissenschaft, die sich auf diesem Gebiete erst nach endlosem, heissem Ringen, nach dem Durchwandern einer Wirrnis von Fehlbegriffen und Trugschlüssen der Wahrheit zu nähern vermochte. Bei der relativen Einfachheit der Verhältnisse, die keine complicirte Versuchsanordnung erforderten, lag das Hemmnis nur in der unglückseligen Vorherrschaft starrer Doctrinen, welche die nackte Thatsache verzerrten und willkürlich zu Gunsten vager Speculationen unmodelten. Nur so konnte es kommen, dass eine Zeit lang dem Gehirn jede Bewegung abgestritten werden konnte und dass man die Dura mater zum wichtigsten aller Bestandtheile des Körpers, die Meningen zum Sitz aller Be-

wegungs- und Empfindungsfähigkeit erhob. Keine Richtung der Gehirnphysiologie muthet fremdartiger an als diese. Selbst dort, wo man zu richtigen Ergebnissen kam, benutzte man vorschnell die spärlichen Errungenschaften sofort zum Aufbau von himmelstürmenden Hypothesen, welche die Wahrheit wieder in Irrthum verkehrten.

Schon in einer Zeitperiode, da dem Denken jener selbstherrliche Eingriff, den man Experiment nennt, kaum entsprungen wur, erschaute der Blick, auf die Fontanelle des Kindes gerichtet, überprüft durch den tastenden Finger, jenes Phänomen, das die roheste Kunde von dem stillen Wirken des räthselvollsten aller Organe überbringt. Ebenso mussten die häufig vorkommenden Schädelwunden bereits sehr frühe zu Beobachtungen der Hirnbewegung Anlass bieten. Die Pulsation der aus tiefen Schädelwunden hervorquellenden Hirnmasse, die Erfahrungen bei den Trepanationen, die Erscheinungen, welche Encephalocelen darbieten, und Anderes konnten keinen Zweifel über die Realität der Hirnbewegung zurücklassen und verriethen aufs Klarste den Zusammenhang derselben mit der Herzthätigkeit und Athmung.

Anfangs vermeinte zwar der nüchterne Sinn, man habe es mit einem Phänomen zu thun, das nur bei Schädellücken hervortritt, also bei Kindern, solange die Fontanelle nicht geschlossen ist (Plinius) [1]), oder in pathologischen Zuständen, bald aber wagte man sich zur Generalisation heran, sofern nicht eine Hypothese im Wege stand.

Hippokrates empfahl, lediglich praktischen Zwecken Rechnung tragend, bei Schädelwunden, um gegen die unangenehmen Folgewirkungen des Niessens Vorkehrung zu treffen, Bandagen anzulegen; deutlicher verweist eine Stelle des Buches „De morbo sacro“ darauf, dass man der in die Hirnhöhlen dringenden Luft Bedeutung für die Hirnbewegung zuschrieb. Galen [2]) betrachtete die Hirnbewegung als physiologische

Erscheinung, welche den Zweck habe, die Spiritus animales aus den Hirnhöhlen in die Nerven zu treiben. Im Gehirn gebe es ein beständiges Ein- und Ausathmen des in den Ventrikeln erzeugten Pneuma. Während der Inspiration erhebe sich das Organ, während der Exspiration sinke es zusammen. Diese Coincidenz mit der Athmungsbewegung gerieth fürderhin beinahe ganz in Vergessenheit[3]).

Aëtius und Oribasius folgten den Galen'schen Anschauungen. Rufus von Ephesus hingegen schrieb in Anlehnung an die Alexandriner nur der harten Hirnhaut eine durch ihre Gefässe bedingte Bewegung zu („quae movetur immoto cerebro"). Die meisten machten auf das Zusammenfallen der Bewegung mit dem Pulse aufmerksam. Andererseits führten manche das An- und Abschwellen der Hirnmasse, das man in Schädelwunden beobachtete, auf den — Mondwechsel zurück, eine Anschauung, welche sich äusserst lange erhielt[4]).

Der eigentliche Wendepunkt trat durch die Vorherrschaft arabischer Ideen ein, welche den Meningen ausserordentlich[5]) hohe Bedeutung zuerkannten. Die Araber liessen aus den Hirnhäuten alle übrigen Membranen hervorgehen und lehrten, dass sich die Meningen in steter Bewegung befinden. „Arabum ni fallor, aliquot sententias legisse memini, cerebri meninges constrictionis et dilatationis motu perpetuo agi" (Pacchioni).

In der Folge bildeten sich zwei divergente Parteien, von denen eine im Hirn selbst, die andere hingegen in der Dura das Bewegte sah. Die meisten Forscher machten theils an Menschen, theils an Thieren — seit dem Aufblühen der Anatomie trat auch der physiologische Versuch in seine Rechte — die gleichen Beobachtungen, nur die Deutung war verschieden. Hielt man sich an das Oberflächliche, bedachte man die Coincidenz der Bewegung mit dem Pulsschlag, so lag es nahe, die An- und Abschwellung

der grossen Hirnblutleiter oder der Piagefässe zur Erklärung heranzuziehen. Unter den Aerzten, die, allerdings mit sehr verschiedener Deutung, Hirnbewegung beobachteten und beschrieben, seien Realdus Columbus, Bauhin, Spigel, Bartholin, Tulpius, Linden, Bellini u. A., die Chirurgen Guy de Chauliac, Paré erwähnt.

Nur wenige, wie Berengar, bestritten die Hirnbewegung mit der Motivirung, dass wegen der Adhärenz der Dura am Schädel kein Raum für Locomotion übrig sei, oder leugneten das Phänomen auf Grund von Thierversuchen, wie z. B. Koyter[6]). Die an Verwundeten beobachteten Bewegungen schrieben sie lediglich der Arterienpulsation zu.

Von grosser Bedeutung war das Votum Fallopio's[7]), der dem Gehirne aus dem Grunde Bewegungsfähigkeit abstritt, weil das Organ keine Muskelfasern besitzt; höchstens anerkannte er ein An- und Abschwellen, entsprechend den Phasen des Mondes. Derselben Anschauung folgte mit ähnlicher Motivirung später z. B. Caspar Hofmann, der Commentator Galen's. Derselbe sagte, mit gleichem Rechte müsste man auch dem Rückenmark Bewegung zusprechen, was doch Galen entschieden negirt hatte[8]).

Realdus Columbus hingegen, ebenso wie Piccolomini, betrachteten auf Grund von chirurgischen Erfahrungen und Experimenten die Hirnbewegung als eine durch die eigene Thätigkeit des Organs zu Stande kommende, nur wenigen bekannte Thatsache. Ersterer sagt[9]): „Ut enim vidimus, non modo cordi perpetua adest diastole, ac systole, sed cerebro quoque; quod licet paradoxon videatur, tamen si diligenter eris anatomicus et recentia capitis vulnera complura observabis, tam verum esse deprehendas, quam quod verissimum.“ Piccolomini nahm sogar hypothetisch Bewegung des Rückenmarks an.

Leugneten manche Autoren auch eine selbstthätige Hirn-

bewegung, so konnten sie doch nicht umhin, das Heben und Senken der Dura zuzugeben und versuchten diese Erscheinung auf die dem Sinus eigenthümliche Pulsation (Vesal) oder auf die Arterienpulsation zurückzuführen (Fallopio, Bauhin)[10].

Zur Charakterisirung der Differenz der Anschauungen wollen wir beispielsweise drei Autoren anführen, Du Laurens, Riolan, Highmor. Der erste[11]) war so sehr überzeugt, dass das Gehirn selbst bewegt werde, dass er sich äussert, nur ein Wahnwitziger könne die Erscheinung leugnen. Riolan[12]) verhielt sich unentschieden. Er hatte zwar bei Schafen, denen er eine grosse Partie des Schädeldachs abtrug, ferner bei Menschen mit Schädellücken (auf syphilitischer Basis) eine Bewegung gesehen und gefühlt, meinte aber, dass sie nur im krankhaften Zustand eintrete. Die Sinus (welche man damals nicht zu den Venen rechnete) besässen eigene Pulsation. Highmor[13]) konnte sich auch durch Vivisectionen von der Eigenbewegung des Gehirns nicht überzeugen und erklärte die an Menschen gemachten Beobachtungen aus dem Mondwechsel.

Es würde den Gegenstand einer eigenen Abhandlung ausmachen, wollten wir die Speculationen der zahlreichen Autoren, von denen fast jeder eine Modification vornahm, eingehend darstellen. Wir wollten nur, ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu erheben, einfach an einigen Beispielen zeigen, wie schwankend allmählich die Beurtheilung eines, an sich scheinbar so klaren Phänomens wurde, wie die einen in der Bewegung auf- und absteigender „Spiritus", die anderen in der Arterien- oder Sinuspulsation das treibende Element sahen, wie die einen eine Bewegung des Gehirnes für unzweifelhaft erkannten, die anderen aber dieselbe rundweg leugneten oder nur Pulsation der Gefässe oder der Hirnhäute zugaben. In dem auf- und abwogenden Meinungsstreit schien allmählich um die Mitte des 17. Jahr-

hunderts die Ansicht, welche dem Gehirn die Bewegungsfähigkeit aus verschiedenen Gründen absprach, das Uebergewicht zu erlangen. Es erklärt sich dies daraus, weil die herrschenden physiologischen Lehren nicht in den Chirurgen, sondern in den Anatomen ihre Haupturheber hatten. Nun war es an Willis, den Ausschlag zu geben. Dieser entschied sich gegen die Annahme einer Hirnbewegung, indem er lehrte, dass nur den Hirnhäuten, resp. der Dura, und auch dieser nur bei Anlässen, wie sie das Niessen, Erbrechen, Convulsionen, leidenschaftliche Erregungen etc. darbieten, Bewegungsfähigkeit zukomme. Diese Bewegung sei jedoch keine passive, sondern eine active, d. h. durch Contraction der Fasern, welche die harte Hirnhaut besitze, bewerkstelligt. Nicht bloss also, dass das Gehirn bewegungslos verharre, lehrte Willis, sondern noch mehr, die Dura besitze active Beweglichkeit, sie bilde einen selbstthätigen Motor vermöge ihrer contractilen, faserigen Structur. Motum vero quod attinet, huic durae meninx vix satis apta comparatur, quoniam plurimis in locis cranio firmiter alligatur; et tamen probabile est, eandem in partibus quibusdam aliquando saltem contrahi et corrugari. Certe in sternutatione contrahi ipsam et remitti extra dubium est . . . Cerebrum ipsum quidem motu caret . . .[14]).

Eine Grundlage für die Contractilität sah Willis, durch die Hypothese voreingenommen, wie schon erwähnt, in der faserigen Structur der Dura, welche namentlich an einzelnen Stellen stärker ausgeprägt sei: „De motu hujus membranae cogitanti, animo subest, texturam ejus praesertim quomodo intra sinuum cavitates, adhuc amplius considerare: Etenim in his locis plures fibrae seu velut chordae majores et nervosae cujusmodi sc. observamus in cordis ventriculis, varie protensae, reperiuntur“ [15]).

Diese verderbliche Speculation fand noch eine Erweite-

rung durch Mayow (1645—1679), der über Willis hinausgehend die Bewegung der harten Hirnhaut für eine normale physiologische Erscheinung erklärte und die Gründe, welche zur Schaffung der Hypothese führten, ziemlich klar durchblicken liess. Da nach den damals herrschenden chemiatrischen Theorien die salpetrig-schwefligen Lebensgeister aus dem Blute destillirt werden[16]), so bedurfte man, um den Uebertritt ins Gehirn plausibel zu machen, einer bewegenden Kraft. Man arbeitete noch mit den gröbsten mechanischen Begriffen, und so lag denn nichts näher, als dass man der Hypothese zuliebe die Dura heranzog, welche geeignet sein sollte, im Kreislauf der Lebensgeister, den Sylvius de la Boë nach Analogie des Blutkreislaufs construirt hatte, die Rolle des Herzens zu spielen. Mayow[17]) verglich die Durabewegung mit derjenigen Locomotion, welche das Zwerchfell ausführt. „Nempe verisimile est, Duram matrem instar Diaphragmatis alterius se habere, cujus ope cerebrum spiritus nitros-aereos haurit et quodam modo respirat.“ Scheinbar sprach allerdings das Thierexperiment, auf welches er sich beruft, für diese Meinung: Pulsus istius modi Durae Matris ipsa autopsia confirmatur: quippe dum cranio perfracto, cerebri pars in conspectum venit, idem in tumorem assurgere, moxque vicissim subsidere conspicitur qui quidem cerebri motus cordis pulsationi morem gerere videtur. Enimvero dum durae matris crassitiem, et robur, fibrasque ejus nervosas perpendam, nihil aliud concipere possum, quam membranam eam instar reliquarum quarumcumque motui obeundo destinari.“

Auch das Gefühl der Spannung, des Zusammenziehens, das man bei geistigen Anstrengungen und Aufregungen spürt, die explosionsartige Bewegung des Niessens, ferner viele pathologische Vorgänge, wie die allgemeinen Krämpfe Epileptischer und vieles Andere, schien auf einen im Schädel

vorhandenen Motor hinzudeuten, den man sich so grob mechanisch dachte, weil das Gesetz der Summation der Reize zur Hervorbringung grosser Wirkungen im damaligen Vorstellungskreise fehlte. Stützen für die Hypothese boten folgende Momente: 1. der Thierversuch, der natürlich so lange beweisend ausfallen musste, bis Jemand den Einfall hatte, nachzuprüfen, ob auch nach Beseitigung der Dura Mater Bewegung noch wahrzunehmen ist, oder nicht; 2. die Anatomie, welche Fasern der harten Hirnhaut nachwies, die von Befangenen für Sehnen, Muskelfasern etc. angesehen wurden; 3. die pathologische Anatomie, die bei dem damaligen Stande ihrer Entwicklung eher Veränderungen der Meningen erkennen liess als pathologische Processe der Hirnsubstanz selbst [18]).

Den letzten Ring in der Kette bildete die schöne, Wahrheit und Dichtung innig vermengende Beschreibung, die Ridley [19]) in seiner Hirnanatomie von der Dura entwarf. Nach ihm besitzt sie nämlich Muskelfasern, die sich bogenförmig von der Sichel aus verbreiten. Diese angeblichen Muskelfasern gaben speculativen Denkern willkommenen Anlass, über die Bewegung der Dura und über ihren Einfluss auf Bewegung und Empfindung zu spintisiren. So erstand die merkwürdige Hypothese Pacchioni's und Baglivi's, welche die harte Hirnhaut zum edelsten und lebenswichtigsten Bestandtheil des Körpers erhob. Selbst das Herz sollte, wie schon Mayow lehrte, ihr unterthan sein [20]).

Antonio Pacchioni (1665—1726), ein Schüler Malpighi's, ist der eigentliche Urheber der seltsamen Theorie, welche leider so lange die Geister fesselte und die Dinge geradezu auf den Kopf stellte. In seiner „De durae matris fabrica et usu disquisitio anatomica“ (Rom 1701) beschrieb er die Dura als einen aus drei Muskeln und vier Sehnen zusammengesetzten Bewegungsapparat. Durch Kochen gelang

es ihm nämlich eine strahlige und pyramidenförmige Anordnung der Fasern darzustellen, und entsprechend den vier Herzabtheilungen, sollte auch das Gehirn durch Einsenkung der musculösen Hirnhaut in vier Ventrikel getheilt werden. Was das Herz für den Blutkreislauf, das sei die Dura für die Circulation des Nervenfluidums, indem sie den Durchtritt des Blutes zum Gehirn und die Secretion des Nervensaftes in die Markröhren aus den hypothetischen Drüsen der Rindensubstanz bewerkstellige. Raum für die Locomotion sei dadurch geschaffen, dass die Hirnhaut mit dem Hirn durch straffe Adhäsion, mit dem Schädel hingegen an einzelnen Stellen nur locker verwachsen ist. Das Gehirn war also nach dieser Hypothese bloss das secundär Bewegte, die Dura der selbstthätige Motor. Fürwahr ein krasses Paradigma aus der Geschichte des wissenschaftlichen Irrthums!

Mit noch mehr ins Detail gehender Consequenz verfolgte der College Pacchioni's, der treffliche Praktiker Giorgio Baglivi (1669—1707) diese Gedanken und baute ein ganzes, Physiologie und Pathologie umfassendes System auf Annahmen auf, welche mit den eben skizzirten nahezu völlig übereinstimmen [22].

Baglivi glaubte an den Zusammenhang der Hirnhäute mit allen anderen Membranen und leitete daraus alle jene Erscheinungen her, die man aus dem Begriffe des „Consensus", der Sympathie zu erklären suchte. Die Dura sollte vermöge der Nervenscheiden, die ihre directe Fortsetzung darstellen, die oberste Leitung aller Functionen innehaben, ja das ganze Getriebe des Organismus beherrschen. Sie bildete nach seinem Dafürhalten den edelsten Theil und beeinflusste sogar das scheinbar unabhängigste aller Organe, das Herz, oder doch mindestens das Gefässystem. Baglivi suchte dieser letzteren Doctrin sogar den Schein der Exactheit durch Mittheilung eines Thierversuchs zu geben [23]). Er nahm zwei gleichaltrige, gleich-

genährte Hunde und legte beiden die eine Cruralarterie bloss. Dem einen trepanirte er den Schädel, dem anderen bohrte er in den Thorax über dem Herzen eine kleine Oeffnung, so dass er dasselbe durch Stiche reizen konnte. Sodann liess er beiden die Cruralarterie anstechen, um nach einiger Zeit die Blutung mittelst, in heisses Wasser getauchten Schwämmen zu stillen. Reizte er hierauf bei gleichzeitiger Wegnahme der tamponirenden Schwämme in dem einen Falle die blossliegende Dura, in dem anderen das Herz, so sprang das Blut in dem ersteren Falle mit viel grösserer Wucht hervor und in grösserem Bogen als in dem letzteren, woraus der bedeutende Einfluss der Dura auf die Gefässe deutlich erhelle. Ex quo prae caeteris deducitur maximam esse potestatem et vim oscillatoriam meningum in solida vasorum et in fluida vasis contenta ne supradicam ipsum cor, ut adductis variis hujus generis experimentis suo tempore ... demonstrabo etc. Ebenso wie Pacchioni erklärte auch Baglivi auf Grund von Thierexperimenten und Beobachtungen an Verletzten (wobei er die Hand auf die Herzgegend legte und gleichzeitig die Hirnbewegung verfolgte), dass die letztere systolisch-diastolisch genau mit der Herzaction correspondirend erscheine und keineswegs durch die Pulsation der kleinen Arterien (wie z. B. Vieussens oder Bourdon glaubten) sondern durch Contraction und Erschlaffung der Durafasern zu Stande kommen. Statim suspicari coepimus quod dura mater fortes eos atque ordinatos motus non effecerit per arterias, quae in ipsa disseminatae sunt, verum per suam praecipuam texturam, quae cum textura cordis aemulatione contendit [24]).

Santorini (1681—1737), der anfänglich Baglivi beistimmte [25]) und die Kraftquelle der Durabewegung im Zufluss des Blutes und in den von, den Sinnesorganen zuströmenden Empfindungen suchte, wies späterhin nach, dass wegen fester Adhäsion an eine alternirende Contraction und

Dilatation der Dura nicht zu denken ist. Dennoch hielt er noch einige Zeit daran fest, dass letztere durch die Thätigkeit ihrer Fasern auf die schnellere Blutvertheilung einwirke. Berühmte Anhänger waren ferner Entius, Lancisi[26]) der den Balken unter der Compressionswirkung der harten Hirnhaut stehen liess, Friedr. Hoffmann[27]) und viele Stahlianer. Bald aber erreichte die Hypothese das wohlverdiente Schicksal endgültigen Untergangs namentlich durch Casp. Bartholin, Fantoni[28]), Santorini, in letzter Linie durch Haller-Schlichting und Lorry. Viel hatte die Speculation an Berechtigung verloren, seitdem auch die drüsige Structur in Zweifel gezogen worden war[29]).

Bereits im Jahre 1703 hatte Ridley auf dem Wege des Experiments den Nachweis angetreten, dass die harte Hirnhaut sich nicht selbstthätig, sondern per accidens bewege, dass die Hirnbewegung auch nach partieller Zerstörung derselben beobachtet werde. Damit war eine That vollbracht von grosser Folgewirkung! So lächerlich einfach das ganze Problem heute erscheint, so bedeutete dieser Eingriff, der nur einer logisch geschärften Denkweise entsprang, einen Fortschritt, der allein darnach angethan war, aus dem Labyrinth künstlicher Speculation hinauszuführen in die Freiheit des gesunden Menschenverstandes. Wie tief mussten die Forscher in dem Milieu ihres Zeitalters befangen gewesen sein, dass es so vieler Mühe bedurfte, das zu finden, was einer gesunden Logik zuerst in die Augen springen musste! Es erscheint uns heute geradezu unerfindlich, dass damals der Verstand der Verständigen den Denkfehler nicht sah, der doch geradezu auf der Hand liegt, und doch lehrt die Geschichte, dass der Fortgang der Experimentalphysiologie nicht nur damals, sondern zu allen Zeiten nicht nur von der Verbesserung und Neue-

rung der Technik, sondern fast nicht minder von der Aufklärung und Beseitigung der Denkfehler abhängig ist.

Ridley[30]) stellte das Experimentum crucis an. Er trepanirte einen Hund über dem Bregma, und beobachtete nach der Blutstillung eine Viertelstunde lang die Hirnbewegung, welche systolisch-diastolischen Rhythmus zeigte. Hierauf fasste er die blossliegende Dura, zerschnitt den vorliegenden Theil und stillte die Hämorrhagie. Aber auch jetzt sah er zu seinem Erstaunen die pulsirende Bewegung. Als er hernach die perforirte Dura zur Erweiterung der Oeffnung ringsum verletzte, prolabirte das Hirn und pulsirte deutlich, obzwar an der Dura von Bewegung kaum mehr etwas zu beobachten war. Mit dem eingeführten Finger konnte er sich, nachdem er ein Messer durch die Hirnmasse bis zur Basis gestossen hatte, noch deutlicher von der Hirnbewegung überzeugen und erklärte sie aus der Arterienpulsation.

So machte ein englischer, kühl abwägender Denker im Sinne Bacons, das wieder gut, was zwei seiner Landsleute durch ihre Speculation verbrochen hatten und bereitete die Befreiung von einem Systeme vor, das wie ein Wahn auf den Geistern lastete. Aber auch in Italien erstand ein gewaltiger Gegner in Giov. Fantoni (1675—1758), der mit einer Trias von anatomischen, physiologischen und chirurgischen Argumenten das Hirngespinnst Pacchioni's bekämpfte, allerdings aber in manchem zu weit ging[31]). Er stützte sich zunächst darauf, dass die Dura allenthalben mit dem Schädel fest verwachsen sei und nur im getrockneten Zustande sich von demselben abtrenne, daher keinen Raum zur Bewegung besitze. Mit grösserem Rechte bezweifelte er ferner die musculöse Beschaffenheit der Fasern. „Qualemcumque mi Pacchione structuram membranae artificiosam deprehenderis, nihil tutum de musculari natura statui potest.“ Insbesondere beweise die

gewöhnlich angeführte Retraction auf scharfe Reize gar nichts, da dieselbe ganz allgemein dem Zellgewebe zukomme. Die chirurgischen Erfahrungen lehrten ebenso wie die Thierversuche unwiderleglich, dass in der That eine Hirnbewegung existire, d. h. eine An- und Abschwellung der Hirnmasse selbst. Nihil in cerebro perspicuum magis est, quam alterna turgescentia ejus atque concidentia, seu dilatatia et contractio. Patet in capite vulneratis et sectione brutorum. Nur durch die Action zahlreicher Arterien komme der Effect zu Stande. Multitudine arteriarum, quae universum cerebrum percurrunt ac penetrant, vilatationem ejus atque turgescentiam tribuendam esse certis experimentis compertum est et vulgo notissimum.

Letzteres hatte auch bereits der deutsche Forscher Georg Wolfgang Wedel (1645—1721) behauptet, während Adrian Slevogt die Structur der Dura nicht ganz unpassend mit der Harnblase verglichen hatte (Jena 1690)[32].

Mit dem Sturze des Pacchioni-Baglivi'schen Systems fiel mehr als dieses. Nur so konnte es dahin kommen, dass mehrere ausgezeichnete Autoren überhaupt eine Bewegung des Gehirns unter normalen physiologischen Verhältnissen leugneten. Unter diesen sei nur der Name Boerhaave genannt. Nur so ist es zu erklären, dass es nöthig wurde, ein Jahrhunderte lang bekanntes Phänomen neu zu beweisen, wie es z. B. Littre gethan hatte[33]. Das zweite Moment, welches einen erheblichen Rückschritt gegen das Alterthum bildete, bestand darin, dass der Parallelismus der Hirnbewegung und Respiration vergessen, ja von einigen, wie Charleton, Bartholin negirt wurde. Zu den wenigen, welche die doppelte Abhängigkeit von Herzschlag und Athmung lehrten, gehörte Du Verney, der auch die primäre Locomobilität der Dura bestritt. Es bildet daher ein unvergängliches Verdienst des holländischen Arztes

Schlichting, dass er auf experimentellem Wege den Einfluss der Respirationsbewegung bewies, ja schon, dass er diese Frage neuerdings in den Vordergrund rückte (1750). Vor allem sah er seine Aufgabe darin, der Dura jene Bedeutung, die sie so lange usurpirte, zu entziehen [34]). Dies gelang ihm dadurch, dass er von jedweder physiologischen Dogmatik abstrahirend, in Befolgung der natürlichen Logik einfach untersuchte, ob das Gehirn auch nach der Entfernung der Gehirnhaut noch Bewegung besitze. In der That beobachtete er in allen seinen, an verschiedenen Thieren (Hunden, Katzen, Kaninchen) angestellten Versuchen, dass die Bewegung auch nach Wegnahme der Membranen fortdauere, dass letztere nur dem auf- und absteigenden Organ passiv folgen, ohne jede Selbstthätigkeit. Damit war endlich für alle Zeiten ein heute fast unbegreiflicher Irrthum in nichts aufgelöst, ein Irrthum, der, wenn man nur die Zeit von Willis bis Schlichting rechnet, ein Centennium dominirte. Schlichting war sich seines Verdienstes so bewusst, dass er seine Leistung nicht allzu hoch mit folgenden Worten charakterisirte: Dissolvimus ergo nodum diu ab eruditis in scirpo quaesitum, qui statuunt duram matrem sese contrahere et relaxare aut pulsare.

In weiterer Verfolgung der Hirnbewegung kam Schlichting zum Ergebnis, dass dieselbe wesentlich der Athmung entspreche, d. h. dass das Organ bei jeder Exspiration aufsteigend anschwelle, bei jeder Inspiration abschwellend niedersinke. In omni exspiratione cerebrum universum ascendere, id est intumescere atque in quavis inspiratione descendere, id est detumescere. Die Betonung, dass das ganze Gehirn sich bewege, ist von grosser Wichtigkeit, da manche Autoren der späteren Zeit dies nur vom Grosshirn behaupteten. Dagegen konnte Schlichting keine rechte Erklärung der Erscheinung ausfindig machen, und er schwankte, ob die Elevation während der Ausathmung

durch den stärkeren Zufluss des Blutes oder durch den erhöhten Luftdruck vermittelt werde, oder durch beides. „An ne exspiratione cruor aut aër vel uterque majori copia cerebrum versus et in illud fortius prematur ipsumque tumefaciat, atque inspiratione, cessante tunc ista pressione, cruor aut aër, aut uterque, deorsum delabatur aut superiorum partium pressione deprimatur . . . Alle Reize, welche in irgend einer Art die Respiration beeinflussen, wirken auch auf die Intensität der Hirnbewegung, wie es sich beim Niessen, Erbrechen, Heulen, Schreien, während der Dyspnöe (durch Verschluss von Maul und Schnauze hervorgerufen) zeige, wogegen andererseits in der Ohnmacht ein Aussetzen der Bewegung statthabe. Den Einwand, dass kein Raum für die Hirnbewegung vorhanden sei, suchte er durch die Beobachtung, dass Luft, welche beim Einathmen in die trepanirte Schädelhöhle drang, beim Ausathmen wieder in Blasen hervortritt, zu widerlegen. Auch konnte er eine Sonde zwischen Schädel und Dura hin- und herschieben. Noch nach Wegnahme einer bedeutenden Menge von Hirnsubstanz dauerte die Bewegung fort. Leider beeinträchtigte Schlichting seine schönen Resultate dadurch, dass er sich von der entnervenden Speculation wieder umstricken liess. Die Suggestion der solidarpathologischen Hypothese, dass die Gehirnaction in einer Spannung und Erschlaffung der Fasern bestehe, liess ihn eine zweite Art von Hirnbewegung entdecken. Er glaubte nämlich, und mit ihm mehrere Andere, die er zu Zeugen aufrief, dass man ein wirkliches Beugen und Strecken der Fasern fühlen kann, wenn man den Finger in ein lebendes Gehirn hineinsteckt. Diese eigenthümliche Spannung und Erschlaffung trete in krankhaften Zuständen, also z. B. während eines status convulsivus deutlich hervor, wovon er sich bei Hunden wiederholt vergewissert haben wollte. Nahmen die Krämpfe ab, so fühlte auch der tastende Finger dementsprechend geringere

Spannung der Hirnmasse. Eine eingehende Berichtigung erhielten diese illusionsreichen Deutungen einer an sich richtigen Beobachtung — es handelte sich um die rhythmischen Volumsschwankungen des Gehirns — durch Lorry [36]).

Dieser zeigte, dass sich Schlichting in dem letzten Punkte getäuscht hatte, stimmte ihm aber sonst in Vielem bei. Er experimentirte an Hunden, Katzen, Kaninchen, Vögeln etc. und beobachtete mit grosser Sorgfalt die Hirnbewegung. Vor allem wiederholte er den Versuch der partiellen Entfernung der Dura und gelangte zu demselben Schlusse wie Schlichting. Sehr treffend bekämpfte er die Baglivische Theorie mit dem Gedanken: Warum soll die Peristaltik des Magens und der Gedärme nicht auch auf die Pulsation der Arterien zurückgeführt werden, welche in ihren umhüllenden Membranen verlaufen, wenn man von der harten Hirnhaut, resp. der Pulsation ihrer Gefässe, die Hirnbewegung herleiten will?

Mit grosser Offenheit berichtete Lorry, dass es ihm keineswegs in allen Fällen gelungen sei, die Hirnbewegung wahrzunehmen, weshalb er auch die alten Autoren völlig entschuldigt, wenn sie das Phänomen leugneten [37]). Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es ihm am besten, bei Kaninchen die Erscheinung zu beobachten und in allen Phasen zu verfolgen. Diese Beobachtungen führten ihn dahin, von der früheren Einseitigkeit abzusehen und den Synchronismus der Hirnbewegung mit Pulsschlag und Athmung zu erkennen. J'ai vérifié d'un côté la realité des pulsations que l'on remarque dans la substance de ce viscère de l'autre le sentiment de Galen. Der Einfluss des Herzens komme durch die grosse Menge und relative Stärke der Hirngefässe zu Stande, auf welche die Impulse des Herzens wegen der geringen Entfernung und wegen der Weichheit des Organs besonders leicht übertragen werden könnten; daher trete die Bewegung auch

bei jüngeren Thieren stärker hervor. Die Wirkung der Respiration setze sich aus folgenden Momenten zusammen: durch die Compression der grossen Blutgefässe während der Exspiration wird mehr Blut in die Arterien getrieben, andererseits der venöse Abfluss gehemmt. Die übrigen Organe setzen dem einströmenden Blute grösseren Widerstand entgegen, wodurch eine Ueberfüllung der Hirngefässe und somit eine exspiratorische Anschwellung oder Hebung des Gehirns verursacht wird. Während der Inspiration erfolgt das Gegentheil.

Zu diesen Sätzen kam Lorry auf Grund von Beobachtungen an der Fontanelle, an Encephalocelen, Fungus cerebri etc. oder durch Thierexperimente. Umschnürte er z. B. bei Kaninchen den Hals, oder unterband er die Luftröhre, so erhob sich das Organ („se gonfla"). Stopfte er dem Versuchsthier die Nase voll mit Tabak, so wurde kein Niessen ausgelöst, aber die Athmung schien unregelmässig, und dieser Unregelmässigkeit entsprach eine Arrhythmie der Hirnbewegung. In manchen Fällen wurde die Hirnbewegung erst wahrnehmbar, wenn man die Thiere zum Schreien oder zum Erbrechen gebracht hatte.

Die Möglichkeit der Locomotion des Organs erklärte Lorry daraus, dass einerseits die Dura an vielen Stellen frei bliebe, andererseits durch die Inanspruchnahme der Ventrikelräume Gelegenheit zur Volumsveränderung gegeben sei. Von der grossen Festigkeit der Adhäsionen, welche Dura und Schädeldach vereinigen, überzeugte ihn ein Versuch, in welchem laues Wasser, das auf die in einer Trepanöffnung blossliegende Hirnhaut gebracht worden war, noch nach 6 Minuten die Peripherie nicht überschritten hatte[38]. Trotz aller Ergebnisse resümirt Lorry, dass die Hirnbewegung keine physiologische Erscheinung bildet, sondern nur durch gewisse Umstände (Schädellücken, pathologische Ursachen,

Respirationshemmungen) zu Tage trete: „que la masse du cerveau est dans l'etat naturel incapable de mouvement sensible et que celui qu'on y a remarqué dans plusieurs circonstances dépend uniquement de l'impulsion du sang."

Durch Schlichting's und Lorry's Untersuchungen, welche Lamure und Haller erweiterten, worauf wir unten zurückkommen, wurde dem Spiel der phantastischen Hypothesen Pacchioni's und Baglivi's für immer Einhalt geboten, nachdem einmal der grobe Denkfehler, der ihnen zur Basis diente, beleuchtet worden war. Wir verschwiegen bisher, dass noch ein Factor mitwirkte, um das Phantasiegebäude zu Falle zu bringen und die grossen Vorstellungen, die man sich von dem Wirken der Dura machte, erheblich einzuschränken; es war dies der Zweifel, der sich allmählich über ihre Sensibilität erhob. Bisweilen wird im proteusartigen Werdegang der Naturwissenschaften ein Fehler durch einen anderen zwar nicht corrigirt, so doch eliminirt, und masslose Uebertreibungen nach einer Seite werden durch solche anderer Richtung compensirt. Dem Widerspiel der Kräfte entringt sich dann ein richtiges Resultat, das die nachfolgende Zeit auf viel kürzerem Wege, der logischen Richtschnur folgend, bestätigt. Es kann vorkommen, dass man in einem Rechenexempel einen Fehler durch einen zweiten so ausgleicht, dass schliesslich zufällig doch das richtige Resultat herauskommt. An diesen Vorgang gemahnen manche Entwicklungsstufen unserer Wissenschaft.

Einen werthvollen Anhaltspunkt, um den Zusammenhang eines Theiles mit den Functionen der Empfindung und Bewegung zu beurtheilen, bildete einst der Nachweis, dass dieser Theil auf Reize selbst mit Aeusserungen der Sensibilität oder Motilität antwortet. Lange Zeit hindurch vermochte

man z. B. nicht einzusehen, dass das Gehirn den Sitz der Empfindung darstelle, lediglich deshalb, weil auf seine Reizung keine Schmerzäusserungen erfolgen. Wie soll ein Organ, so dachte man, Empfindung vermitteln, das allem Anschein nach selbst empfindungslos ist. Ebenso untersuchte man noch in einer relativ vorgeschrittenen Epoche, mit peinlicher Sorgfalt den Massstab anwendend, ob sich die Nerven während der Reizung verkürzen, da man die Erregung der Muskelcontractionen nur auf grob mechanischem Wege, also durch Volumsveränderungen der Leiter möglich hielt[39]. Erst die Kenntnisnahme von den elektrischen Leitungsvorgängen beseitigte endlich diese rohen Vorstellungen.

Versetzen wir uns in diese Auffassungsweise zurück, dann müssen wir es sehr begreiflich finden, dass von zahlreichen Forschern die Hirnhäute für den wichtigsten Bestandtheil des Gehirns gehalten wurden, ja, dass einige die Dura, welche sich auf Reize in hohem Masse reactionsfähig erwies, bei der Section häufig pathologisch verändert zeigte, selbst der oberflächlichsten Betrachtung in Bewegung befindlich erschien, an functioneller Bedeutung weit über das Gehirn stellten und zum Sitz der Bewegung und Empfindung machten. Diese Erwägung vorausgeschickt, lässt sich klar einsehen, weshalb die Anhänger der Pacchioni-Baglivischen Hypothese ihre Anschauung durch den experimentellen Beweis der Reactionsfähigkeit der harten Hirnhaut zu stützen suchten, und weshalb andererseits sich die Gegner so sehr abmühten, der Dura jede Sensibilität abzustreiten. Vorauseilend wollen wir übrigens darauf hinweisen, dass Haller und seine Schüler die Frage in einem ganz anderen Sinne, als unserer Erfahrung entspricht, beantworteten, und dass es sehr lange Zeit währte, bis die doch so hochgradige Empfindlichkeit der Dura allgemein erkannt wurde. Im 17. und 18. Jahrhundert

loderte der Zwist in hellen Flammen auf und spaltete die Schaar der Physiologen in zwei, schroff einander gegenüberstehende Lager.

Willis konnte noch von seiner Zeit behaupten, dass wohl niemand an der Sensibilität der Hirnhäute zweifle. „Ac de sensu minime ambigitur, quin satis exquisito polleat: Cum enim membranae omnes sentiunt et facultatem istam spirituum animalium affluxui a cerebro debent; certe haec meninx, siquidem cerebro ac appendici ejus proprior et valde affinis fuerit, adeo ut plerisque nervis cranio egressuris tunicam accomodet, valde acuratam sentiendi virtutem abtinebit[40]." Aus diesen Worten lässt sich entnehmen, dass man allen serösen und fibrösen Membranen Empfindung zusprach, in ganz besonderer Weise aber den Hirnhäuten, wobei man sich durch pathologische Erfahrungen leiten liess[41]. Den wahren Hintergrund bildete aber die aus dem Alterthum stammende Vorstellung, dass die Hirnhaut den Ursprung der Nerven bilde oder doch wenigstens durch ihre Fortsetzungen die Hüllen derselben entsende. Ja! die Nerven sollten sogar nur vermöge dieser Hüllen empfinden[42]. „Solum systema membranarum sentit, ipsique nervi sunt adeo acuti, non ob medullarem sui substantiam, sed ob membranas, quibus involvuntur."

Nach Rufus soll bereits Erasistratus die Empfindungsnerven aus den Hirnhäuten abgeleitet haben. Die arabischen Aerzte liessen alle Membranen aus den Hirnhäuten hervorgehen. Auch die ersten grossen anatomischen Entdecker beschrieben die Nervenscheiden als Fortsetzungen der Dura[43]. So kam es, dass zeitweilig die Hirnhäute für den Sitz der Bewegung und Empfindung erklärt wurden[44]. Der physiologischen Lehre widersprachen aber andererseits chirurgische Wahrnehmungen bei cariösen, syphilitischen Processen etc., wo man die Sondenuntersuchung, die

Application von Medicamenten auf die Dura durchaus nicht von Schmerzäusserungen des Patienten begleitet sah. Eine endgültige Lösung der Frage schien nur das Experiment bringen zu können.

Seitdem die experimentelle Gehirnphysiologie ihre ersten Schwingen regte, beschäftigten sich mehrere Forscher auch damit, zu untersuchen, in welcher Weise sich die Reizung der harten Hirnhaut nach aussen manifestire. Man bediente sich entweder mechanischer Reize (Sonden, scharfer, spitziger Instrumente) oder chemischer (Spir. nitr., Sulphur. vini, Vitriol etc.) und schöpfte Erfahrungen theils aus Thierversuchen, theils aus dem „Naturexperiment", welches die chirurgische Praxis beistellte. Die Resultate fielen, wie auch späterhin, als durch Haller für derartige Untersuchungen in hohem Masse die Antheilnahme weiterer physiologischer und chirurgischer Kreise erregt wurde, höchst verschieden aus. Davon seien einige Beispiele erwähnt. Vieussens beobachtete bei Trepanationen an Menschen, dass selbst leichte Berührungen der Hirnhaut schmerzhaft empfunden wurden. Solche Erfahrungen hatten auch Realdus Columbus, später Willis, Slevogt u. A. gemacht, Piccolomini, Highmor u. A. schrieben vorwiegend der Pia Empfindlichkeit zu. Bohn hielt die Dura im Normalzustand für unempfindlich, und auch Drelincourt's Experimente sprachen in diesem Sinne. Der Letztere[45]) konnte bei einem Hunde durch Reizung der Dura des Rückenmarks in der Halsgegend keine bemerkenswerthe Reaction erzielen, während auf Reizung des Rückenmarks selbst sogleich intensive Zuckungen und Krämpfe der hinteren Extremitäten ausgelöst wurden. Convulsionen galten ebenso wie Schmerzäusserungen als Zeichen der Empfindung. An Bedeutung gewannen solche Versuchsresultate um so mehr, als auch klinische Erfahrungen ihre Richtigkeit plausibel erscheinen liessen. Dahin gehören die

Mittheilungen Anton van der Heyde's, welcher von einer geheilten Duraverletzung erzählt, die ohne schwere Symptome verlief, die Beobachtungen Blankaart's u. A.

Mehrere Experimente, zum Theil aus späterer Zeit, lehrten, dass Reizungen der Hirnhaut zwar als schmerzhaft empfunden werden, aber keine Convulsionen bewirken. Hierher zählen Beobachtungen Ridley's, du Petit's, später A. Kaau's; Pourfour du Petit[46]) theilt sogar in der Beschreibung eines Versuchs, in dessen Verlaufe eine erhebliche Reizung der Dura stattfand, nichts von Schmerzäusserungen oder Krämpfen mit. Er schlug einem Hunde mit einem Hammer mehrmals auf den Schädel, so dass, wie die Autopsie nachwies, viele Splitter in den Meningen haften blieben. Das Thier überlebte den Versuch 8 Tage, war contralateral gelähmt, lag aber ruhig, zeigte Fresslust und verrieth durch nichts Schmerzempfindung. — Kaau[47]) nahm in vielen Fällen (Reizung der Dura mit der Messerspitze, Nadelstichen, Betupfen mit Vitriol) zwar Schmerzäusserungen, aber keine Krämpfe wahr. Molinelli[48]) hingegen sah nach Reizung der Dura Convulsionen. Sinistram cranii partem cani vivo aperuerat, tum duram matrem iterum et saepius pungens observaverat, canem convulsionibus quidem torqueri variis, praesertim cum ea pars durae matris pungeretur, quae maxime ad os adhaerebat.

Schlichting bemerkte in zahlreichen Experimenten („quod vel centies iteratis experimentis rei veritatem scrutatus expertus sum“), dass sich die Versuchsthiere nach Reizung der Hirnhaut zwar bewegen, aber durchaus nicht in Krämpfe verfallen. Damit stimmten auch Lorry's Versuchsresultate. Dieser ging mit grosser Vorsicht und Sorgfalt zu Werke, indem er unter sehr verschiedenen Umständen, bei alten und jungen Thieren, sofort nach der Trepanation oder erst nach dem Verstreichen einiger Zeit Reizungen der Dura vornahm.

Seine Reizmittel waren ausser mechanischen, Tabakspulver, crystáux de lune etc. Es ergab sich, dass die Thiere entweder gar nicht reagirten (besonders junge Thiere, wenn die Dura sofort nach der Eröffnung des Schädels gereizt wurde und der Schmerz, den die Abtragung des Periosts verursachte, noch überwiegt) oder schrieen oder zitterten oder willkürliche Bewegungen, Fluchtversuche machten. Wirkliche Krämpfe sah er niemals. Hingegen fand Lorry, dass von der Rückenmarksdura thatsächlich Convulsionen ausgelöst werden können.

Durch Haller war inzwischen die Frage nach der Sensibilität der Meningen zu einem Hauptproblem der Physiologie erhoben worden.

Die meisten der kurz skizzirten Beobachtungen liessen Zweifel über die Sensibilität aufkommen und bildeten somit einen totalen oder doch theilweisen Gegensatz zur Hypothese, resp. zu den Experimenten von Pacchioni und Baglivi. Was zunächst Pacchioni anlangt, so sah er in seinen Thierversuchen als Folge der Durareizung (mit Tampons, welche mit Spir. tartar., Spir. nitr., Spir. sulphur., Vitriol oder Säuren durchtränkt wurden) Zittern oder heftige Krämpfe. Liess er die Tampons einige Tage liegen, so trat in manchen Fällen Lähmung ein. Aehnliches beobachtete auch sein Freund, Joh. Bapt. de Toppis; nur an einem Hunde konnte er durchaus keine Veränderung bemerken, obzwar er auf dessen Dura sieben- bis achtmal täglich verschiedene Reagenzien goss, wie Ol. amydal. dulce, Decoct. emoll. ex herb. malv. violar. et sem. lini. Baglivi operirte meistens an der Dura des Rückenmarks, seltener an der Hirnhaut, und reizte entweder durch Messerstiche oder mit scharfen Flüssigkeiten. Er wählte Schafe, Hunde, Schweine, Rinder, Hasen, Vögel zu Versuchsthieren und fand bei allen Schmerzäusserungen, Zittern oder intensive, gleichseitig beginnende Convulsionen oder Lähmungen als Folgeerscheinungen auftreten. „Factis

itaque variis terebrationibus in vertebris spinalis medullae canis, suis, leporis, pecudis etc. observavimus quod spirituosa et leniter aromatica licet levem tremorem pariant statim post siringationem, paulo tamen post animal hilariter magisque vivide se gerit. At instillatis acidis liquoribus statim tremores, convulsiones, ululatus, tumores abdominis, vomitus, stupores, paralyses, ad motum impotentiae, urinae aut faecum copiosae excretiones, aliquando totales eorum suppressiones, et hisce similia pro varietate laesionis et punctionis meningum spinalis medullae oriuntur: Quod unusquisque experiri poterit et si terebrationem in cranio fecerit, quamplura hisce similia per variam liquorum in meninges cerebri infusionem ac siringationem incredibili cum voluptate observabit"[49]).

Der Umstand, dass Baglivi vorwiegend mit chemischen Mitteln experimentirte, welche keine scharf abgegrenzte Reizung zu bewirken vermochten, namentlich bei seiner rohen Applicationsweise, ferner der Umstand, dass seine Schlüsse vorwiegend auf Versuchen an der Rückenmarksdura basirten, bildete den Gegnern eine wirksame Waffe. Es währte nicht lange, so gewann die Ansicht, dass die harte Hirnhaut nicht mit Empfindungsfähigkeit ausgestattet sei, die Oberhand.

Mit dem Systeme zerstörte man den Keim von Wahrheit, den es in sich barg. Man berücksichtigte weder das Alter, noch den oft pathologischen Zustand der Hirnhaut (bindegewebige Wucherungen, Verdickungen, Verkalkungen), noch das Hindernis, welches die Blutungen unmittelbarer Reizung entgegenstellten, sondern generalisirte scrupellos die einzelnen zweideutigen Erfahrungen.

Fragen wir nun, welche Bedeutung dem Pacchioni-Baglivi'schen Systeme für die Entwicklung der experimentellen Gehirnphysiologie zukommt, so lässt sich wenig Positives anführen. Die Hypothese lenkte die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Theil des Gehirns und stellte das

Experiment in den Dienst der Localisationsidee, sie zwang die Forschung, Ursachen und Bedingungen der Hirnbewegung näher zu ergründen, sie bahnte die lange Versuchsreihe an, welche auf die Prüfung der Sensibilität der Dura abzielte. Doch nicht allein die Summe des Forschungsmaterials fand direct und indirect Bereicherung, auch die Methodik, welche vorher in Läsionsexperimenten aufging, wurde durch Aufnahme der Reizversuche wesentlich erweitert und vor Einseitigkeit bewahrt, so dass in der Folge beide Arten des Experiments gleich häufig zur Verwendung kamen. Gerade dies war nicht der geringste Nutzen, den die Hypothese stiftete. Für die philosophische Betrachtung der Geschichte des Experiments bildet das Stadium, welches die Experimentirkunst Pacchioni's und Baglivi's erfüllte, ein interessantes Paradigma von mangelhafter Experimentallogik. Es zeigt in selten krasser Weise, wohin jene empirische Beobachtungsart führt, welche bloss sieht und nicht schaut, an der Oberfläche (hier im buchstäblichsten Sinne) haftet, ohne die Bedingungen, welche der Hintergrund stellt, zu erwägen.

---

[1]) Uni homini cerebrum in infantia palpitat . . . Hist. nat. Lib XI.

[2]) De instrument. odor. c. 4; de util. respir. c. 5; de usu part. Lib. VIII, Lib. XII; de admin. anat. Lib. IX, c. 2.

[3]) Nach der Vorstellung Galen's wird die beim Durchgang durch das Siebbein erwärmte Luft (De usu part. Lib. VIII, c. 7), nachdem sie in den Hirnhöhlen verweilt hat, mit Schleim vermischt wieder ausgetrieben. Anlass zu dieser Vorstellung bot der Umstand, dass Riechmittel im Kopfe eine eigenthümliche Empfindung erregen und sich bei Schwere des Kopfes hilfreich erweisen, ferner glaubte man, dass beim Niessen Luft vom Gehirne kommt und Anderes. Dass Luft in den Ventrikeln vorhanden ist, glaubten z. B. Autoren wie R. Columbus, Arantius, Malpighi, Fracassati.

[4]) Hippokrates, Galen, Massa, Fallopius, Highmor, Schneider etc.

[5]) Galen schrieb den Meningen einen dreifachen Nutzen zu, Befestigung, Schutz des Gehirns, Vereinigung der Gefässe; andererseits beobachtete er nach Durchschneidung der Dura Empfindungs- und Bewegungslähmung.

[6]) Extern. et intern. principal. corpor. h. p. tabulae etc. Norimb. 1572.

[7]) Observ. anat. Colon. 1562, p. 339: „Quoniam ratio mihi contrarium penitus dictat, neque argumenta illa, quae afferuntur a Galeno ... tanti sunt momenti, ut unquam persuadere potuerint motum adesse in hoc viscere, cui motui obstet tota ipsius substantia, quodque pulsans sensu ipso (quod magis est) nunquam assequi potuerim, neque in vivorum brutorum anatome, neque in maximis capitis vulneribus, neque ulla alia evidenti, quam sensum subministraret, ratione: quamvis summum studium ac diligentiam hac in re adhibuerim." Ferner Oper. omn. Francof. 1600, p. 412, 429.

[8]) Piccolomini nahm hypothetisch Bewegung des Rückenmarks an, ebenso Vieussens, Diemerbroek. Erst Portal beobachtete Pulsation bei einer Spina bifida.

[9]) De re anatom. Francof. 1593. L. XIV.

[10]) Vergl. auch Vesling, Syntagm. anat. Francof. 1641, Cap. 14: Movetur cerebrum veluti commodis arteriarum agitatione membranis, adeoque non ab insita vi, sed aliunde potius communicata virtute.

[11]) Historia anat. Francof. 1602. Lib. X, c. 10.

[12]) Enchir. anat. et pathol. Par. 1648.

[13]) Neque sane in vivorum dissectione motum alium invenire potuimus.

[14]) L. c. Cap. VI.

[15]) Ibid.

[16]) Mayow Johannis Tract. de motu musculari etc. Manget. Bibl. Vol. II, Cap. IV: „Ad spiritus nitro-aereos in cerebrum copia satis ampla deducendos, sanguinis arteriosi affluxus per se ipse sufficere non videtur: quapropter probabile arbitror, Meningem crassiorem cerebro circundatam, pulsationem quandam obire, a qua se contrahente sanguis ad cerebrum appulsus comprimitur, unde fit quod particulae nitro-aereae ex massa cruoris exprimantur; inque cerebrum impellantur: haud multum absimili ritu, ac particulae motivae alterae musculorum contractione in partes motrices coguntur."

[17]) Ibidem.

[18]) Porro conjicere fas fit, Epilepsiam, uti etiam Apoplexiam a Membranae praedictae convulsione, aut paralysi nonunquam oriri: Etenim in morbis dictis ipsum cerebrum plerumque a vitio quocunque immune reperitur. Auch Malpighi huldigte dieser Ansicht.

[19]) Anatomy of the brain, Lond. 1695.

[20]) L. c. Praeterea nescio an non Cordis pulsatio, uti etiam Respi-

ratio, quae utraeque per vices instituuntur, a Meningis durioris, Cerebellum ambientis pulsatione dependeant.

[21]) De durae matris fabrica et usu disquisitio anatomica, Rom. 1701.

[22]) De fibra motrice et morbosa, de anatome fibrarum, de motu musculorum et de morbis solidorum etc. in G. Baglivi, Opera omnia medico-practica et anatomica etc. Antwerp. 1715.

[23]) L. c. p. 289.

[24]) L. c.

[25]) Opuscula medica de structura et motu fibrae etc. Venet. 1705.

[26]) De sede cogitant. animae in Opera omn. Genev. 1718.

[27]) Med. ration. system. Hal. 1718, Vol. I, P. III, c. I. Friedrich Hoffmann (1660—1724) leitete von der systolisch-diastolischen Bewegung der Hirnhäute und Rückenmarkshäute selbst die Darmbewegung ab.

[28]) Joh. Fantoni (1675—1758) animadvers. in Pacchioni dissert. Genev. 1738.

[29]) Die drüsige Structur des Gehirns wurde von Malpighi, Wharton, Bidloo verfochten, von Ruysch bestritten.

[30]) L. c.

[31]) L. c.

[32]) Diss. de dura matre (Hall. Disp. II).

[33]) Mém. de l'acad. des sciences à Paris 1707.

[34]) Oeuvres anatomiques 1760. II, Vol. 4.

[35]) Mémoires de mathematique et physique présentés à l'académie royale des sciences, T. I.

[36]) Ibid. T. III (1760). Lorry gestand jedoch nur dem Grosshirn Bewegung zu.

[37]) Besonders sah er Hirnbewegung bei jungen Thieren „à cause de la molesse et de la flexibilité du cerveau, de la liberté de crier qu'on leur laisse“.

[38]) „Je trépanai un assez grand chien pour avoir un crâne plus épais; ayant enlevé ce que la couronné du trépane avait, séparé du crâne, j'ai verse de l'eau tiède sur la dure-mère, qui était à nu, il ne s'insinuait pas une seule goutte d'eau entre cette membrane et le crâne pendant l'espace de 5 à 6 minutes.“

[39]) Die Hemiplegie wurde z. B. von einer Undurchgängigkeit der nervösen Leitungswege (für das Nervenfluidum) abgeleitet.

[40]) L. c.

[41]) Andererseits lagen bereits seit Galen Beobachtungen vor, aus denen sich ergab, dass unter Umständen selbst heroische Mittel auf die Dura gebracht werden können, ohne Schaden zu stiften.

[42]) Baglivi, De fib. motr. Lib. I, Cap. V. Coroll. IV.

[43]) Z. B. Spigelius (de hum. corp. fabr. Lib. VII. Ven. 1627) oder später Blaes (anat. med. Amst. 1666, p. 28 etc.).

[44]) Z. B. Gohl (Aufr. Gedank. über den von Vorurtheil kranken Verstand. Hall. 1733, p. 76 ff.) Croone, Godart, Krüger, Le Cat etc.

[45]) L. c. Canicid. V.

[46]) L. c.

[47]) L. c. 325 ... duram matrem integram oleo vitrioli, acu, cultelli cuspide, pupugi, dissecui, doloris quidem, sed nulla deprehendimus convulsionis signa ...

[48]) De Bononiensi scientiarum instituto atque Academia commentarii 1731.

[49]) L c.

IV.

Versuche über die Functionen der Medulla oblongata.

En un mot, il faut arriver aux faits simples. Flourens.

Krieger, Jäger [1]) und Opferpriester waren lange vor der wissenschaftlichen Medicin zur Kenntnis der hohen Gefahr gekommen, welche die Verletzung des Nackens mit sich bringt. Diese Kenntnis reicht wahrscheinlich in vorgeschichtliche Zeiten zurück und verräth sich bereits in den ältesten Schriftdenkmälern, welche die Literatur kennt. Bei Homer finden sich nicht wenige Stellen, welche die ausserordentliche Gefährlichkeit, die todbringende Wirkung der Nackenwunden, denen Helden vor Troja erlagen, andeuten. Es sei uns nur vergönnt, auf eine besonders anschauliche Schilderung im fünften Gesang der Ilias hinzuweisen, wo es heisst:

„Diesen schoss nachrennend der speerberühmte Phyleide
Hinten die spitzige Lanze gerad' in die Höhle des Nackens.
Zwischen den Zähnen hindurch zerschnitt die Zunge das Erz ihm,
Und er entsank in den Staub, am kalten Erze noch knirschend."

Schon in einer Zeit, welche noch wenig durch anatomische Kenntnisse glänzte, und zu allen Zeiten in Kreisen, welche vom Rädergetriebe des Organismus kaum rohe Vorstellungen hatten, war diese Erfahrung Gemeingut und wurde von Jägern, Metzgern, Henkern [2]) in ihrem Gewerbe ausgenützt.

Was aber eigentlich verletzt wurde in solchen Fällen, wo rasch oder sofort der Tod eintrat, konnte mit Sicherheit

erst ermittelt werden, nachdem die Thierzergliederung über die Grundelemente der Anatomie des Centralnervensystems Aufklärung gebracht hatte und durch Thierversuche gewährt worden war.

Es scheint uns kaum zu spät angesetzt, wenn wir diese Reife der Erkenntnis erst der alexandrinischen Epoche zuerkennen, welche die Leistungen eines Herophilus und Erasistratus zeitigte. Herophilus, wohl durch Versuche geleitet, war es, der den vierten Ventrikel für den wichtigsten Hirntheil erklärte, dessen Verletzung unmittelbar den Tod bedinge. Galen schloss sich dieser Meinung an Dennoch entging es ihm nicht, dass es am Anfange des Rückenmarks eine Stelle gebe, deren Durchschneidung die Athmung und das Leben der Thiere sofort vernichte: „Atqui perspicuum est, quod, si post secundam aut primam vertebram, aut in ipso medullae spinalis principio sectionem ducas, repente animal corrumpitur“ (De anat. admin. Lib. VIII, cap. IX). Auch Oribasius stand auf diesem Standpunkt und bemerkte mit besonderer Betonung, dass der Tod durch Nackenstiche nicht wegen der Verletzung des vierten Ventrikels als solchen, sondern wegen des Athmungsstillstandes erfolge.

Wir sahen bereits oben, dass es lange dauerte, bis man von den Hirnhöhlen, als Bildungsstätten des Pneuma, der Lebensgeister, abstrahiren lernte und endlich in der festen Substanz des Gehirns das Wesentlichste erkannte. Leider führten später, wie wir sehen, falsche Vorstellungen zu der irrigen Annahme, welche im Kleinhirn das lebenswichtigste Organ erblickte, und vieler Erfahrung, vieler Thierversuche bedurfte es, bis man sich zur Erkenntnis emporschwang, dass der Medulla oblongata, einem anscheinend so untergeordneten Bestandtheile, die höchste Bedeutung für den Fortbestand des Lebens zugesprochen werden müsse. Das verlängerte Mark bildete ja in der Theorie nur einen unselbstständigen An-

hang, der gänzlich unter Leitung des Kleinhirns stand und den Boden des Kleinhirnventrikels abgab. Eine grosse Zahl der Kleinhirnexperimente fiel nur deshalb im Sinne der Willisianischen Lehre aus, weil beabsichtigt oder unbeabsichtigt die Medulla verletzt wurde oder weil Blutungen den vierten Ventrikel erfüllten. Die Folgen, welche die Läsion der Oblongata nach sich zog, wurden von Vielen dem Cerebellum zugeschrieben. Dennoch entging einigen Forschern die Wahrheit nicht gänzlich, wenn sie auch das Kleinhirn ebenso oder noch bedeutungsvoller für das organische Leben erachteten (Perrault, Chirac, Drelincourt, Bohn u. A.). Beispielsweise sei auf die Experimente Chirac's[3]) hingewiesen. Dieser trennte einem Hunde, zwischen Atlas und Occiput eingehend, die Medulla vom Rückenmark ab. Das Thier stürzte zusammen, jedoch wurde bemerkt, dass nach Lufteinblasung in die Lungen, also nach der Herstellung künstlicher Athmung, die Herzthätigkeit und Bewegung (Convulsionen nämlich!) noch eine Zeit lang fortwährten. Die Beobachtung, dass künstliche Athmung die Function der Medulla zum Theil ersetzt, hätte schon damals zur Erkenntnis führen können, wie wichtig das verlängerte Mark für die Respiration ist. Man begnügte sich aber, ohne auf diese feinere Fragestellung einzugehen, nur mit dem Problem, ob Verletzung oder Herausnahme der Oblongata sofort tödtlich wirke. Merkwürdiger Weise wollten zwei so bedeutende Forscher wie Vieussens[4]) und Ridley[5]) gefunden haben, dass nur dem Kleinhirn, keineswegs aber der Oblongata absolute Lebenswichtigkeit zukomme. In den unvollständigen Mittheilungen über solche Experimente ist auch nicht einmal ungefähr erwähnt, wo die Abtrennung oder Verwundung des verlängerten Marks vorgenommen wurde. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass man in manchen Fällen nur einen oberhalb des Athmungscentrums gelegenen Theil zur Angriffsstelle wählte,

während bei der Kleinhirnexstirpation durch enorme Blutung die ganze Medulla oblongata betroffen wurde. Andererseits darf nicht unterlassen werden, zu bemerken, dass diese abweichenden Ergebnisse zum Theil darauf zurückzuführen sind, dass man vielleicht an ganz jungen Thieren operirte, wo das spinale Athemcentrum des obersten Halsmarks grosse Selbstständigkeit besitzt. Solche Versuche stehen aber sehr vereinzelt da, und seit den Experimenten, welche Morgagni, Boerhaave, Kaau u. A. an der Oblongata anstellten, wagte kaum Jemand mehr, ihre Lebenswichtigkeit zu bestreiten; dazu kamen noch verschiedene Mittheilungen von Anatomen oder Zoologen, welche im gleichen Sinne sprachen (Schneider, De osse occipitis; Richter, Ichthyotheol. S. 217; Zool. Med. Gallic. etc. etc.)[6]).

Wie überall, so entwickelte sich auch hier allmählich aus der Frage nach der Lebenswichtigkeit das Problem, welche functionelle Bedeutung das Organ besitzt.

Entsprechend der Identification von Seele und Lebenskraft bestand der erste Lösungsversuch darin, dass einige Autoren das Sensorium commune in die Oblongata verlegten wie z. B. Piccolomini[7]), Schellhammer[8]), Steph. Blankaart[9]), Fried. Hoffmann[10]), mit der Motivirung, der Sitz der empfindenden Seele, das πρῶτον αἰσθητήριον müsse da sein, wo alle Sinnesnerven zusammentreffen. Diese Localisation entsprang dem Grundfehler, dass man der Perception und den höheren seelischen Processen kein Organ zusprach, sondern Vitalität, Sensation und Perception in ein Ganzes vereinigte. (Wie wir sehen werden, verliess selbst ein so klar blickender Denker wie Prochaska am Ausgang des 18. Jahrhunderts diesen Irrweg nicht[11].)

Von besserem Erfolg begleitet waren die Anregungen, welche Winslöw (1669—1760) und Boerhaave für weitere Nachforschungen gaben. Beide, namentlich letzterer, wiesen auf

die auch anatomisch begründete Sonderstellung des verlängerten Marks hin. Zinn[12]) konnte zwar durch die ausserordentliche Mangelhaftigkeit seiner Methode zu keinem reinen Resultat gelangen, stand auch zu sehr unter dem Banne der Haller-schen Lehre von der Gleichwerthigkeit aller Hirntheile, erkannte aber dennoch, dass die Medulla oblongata das Kleinhirn jedenfalls an vitaler Bedeutung überrage, da in ihr die Quelle der Nervensäfte liege, welche die Herznerven durchströmen.

Der Erste aber, welcher die Fragestellung subtiler präcisirte und erkannte, welcher speciellen Functionsstörung die Tödtlichkeit der Medullaverletzungen, resp. der Verwundung des obersten Rückenmarkstheiles zuzuschreiben ist, war Lorry[13]). Aus seinen Versuchen, welche bestimmt waren, das Problem zu lösen: „Quelle est dans la caisse osseuse du cerveau l'organe propre à produire une morte subite?“ ergab sich, dass weder Gross- oder Kleinhirn-, noch Rückenmarksverletzungen im Stande sind, sofortigen Tod herbeizuführen; nothgedrungen schloss er, die Existenz eines Centralpunktes, welcher animales und vegetatives Leben vereint, voraussetzend, dass nur dem allein noch für die Untersuchung übrigbleibenden Theile, nämlich der Oblongata, vitale Bedeutung zukomme. „Que la moëlle allongée dans le cerveau, le seul organe, qui me restait à examiner, étant le principe de la moëlle de l'epine qui a reéllement la propriété d'exciter des paralysies, pouvait produire comme la moëlle de l'epine non seulement la paralysie des mouvements animaux mais aussi celle des mouvements vitaux.“ Doch beobachtete er auch bei ganz jungen Thieren, Katzen und Hunden, eine Zeit lang Fortbestand der Athmung nach Abtrennung des verlängerten Marks. (Spinales Athmungscentrum.)

Als er bei Hunden das Halsmark durch Stiche reizte, erfolgten keine Convulsionen, während er durch Einstechen

der Scalpellspitze unter dem Occiput die intensivsten Krämpfe des ganzen Körpers auslöste. Durch einen Stich ins Mark zwischen zweitem und drittem Halswirbel verendete das Versuchsthier sofort unter allgemeinen Zuckungen und Sistirung von Puls und Athmung. Dieses Phänomen überraschte und interessirte ihn dermassen, dass er noch zu wiederholten Malen dasselbe Experiment anstellte. Stets trat der gleiche Erfolg geradezu blitzartig ein, oder doch nach längstens zwei Minuten. Das Merkwürdigste lag aber darin, dass sich die Stelle scharf begrenzen liess, bei kleinen Thieren zwischen zweitem und drittem oder drittem und viertem Halswirbel, bei grossen Thieren zwischen erstem und zweitem oder zweitem und drittem Halswirbel. Weder oberhalb noch unterhalb dieser Stellen trat durch die Verletzung der Tod plötzlich ein[14]). Diese exacten Angaben bilden in der Literatur wohl das erste Beispiel einer scharfen Localisation, die erste Aufstellung eines Centrums, die früheste Bestimmung eines „Lebensknotens“[15]). Mag immerhin die Richtigkeit der Angaben anzuzweifeln sein (es handelte sich eigentlich um die Auffindung des im obersten Halsmark liegenden spinalen Respirationscentrums), mag Lorry auch die Medulla nicht allein für die Centralstelle der Athmung und Herzthätigkeit, sondern auch für den einigenden Mittelpunkt aller Bewegung und Empfindung betrachtet haben, er verhalf doch dem Principe der Localisationsidee zum Siege und muss unbedingt als fördernder Bahnbrecher, als Vorläufer Flourens' bezeichnet werden. Lorry war sich der Tragweite seiner Entdeckung voll bewusst und schloss mit dem Ergebnis ab, dass die Oblongata und der Anfang des Spinalmarks eine hochbedeutsame Stelle im Organismus inne habe, in ganz anderer Weise, als man bisher ahnte.

Die Gründe, welche ihn veranlassten, dem verlängerten

Mark einen sehr nahen Zusammenhang mit der Bewegung und Empfindung zuzusprechen, waren experimentellen Ergebnissen entnommen. Die meisten Autoren vor Lorry behaupteten, dass von jeder Stelle des Gehirns Convulsionen durch mechanische Reizung ausgelöst werden können[16]. In den meisten Fällen stiess man ein Messer oder Scalpell oder einen Troikart durch die betreffende Hirnstelle zur Basis, traf dabei die Vierhügel, Hirnschenkel oder die Oblongata und glaubte, dass die beobachteten Krämpfe Folgewirkung einer Reizung des zuerst durchbohrten Hirnabschnittes sei. Lorry fand durch genauere Nachforschung, indem er es vermied, in den genannten technischen Fehler zu verfallen, dass nur von der Medulla oblongata Krämpfe hervorgerufen werden können. Für seine Zeit bildete diese Entdeckung eines Convulsionscentrums sicherlich einen bedeutenden Fortschritt, und auch hierin ist Lorry Vorgänger Flourens', welcher bekanntlich nur der Oblongata und den Vierhügeln diese Eigenschaft zuschrieb.

Da man aus den convulsivischen Bewegungen, die durch Reizung verursacht werden, auf Sensibilität zu schliessen gewohnt war, so ist es begreiflich, dass er dem Gross- und Kleinhirn Sensibilität absprach und nicht nur den Sitz der Bewegung[17], sondern auch den Sitz der Empfindung in das verlängerte Mark verlegte. Die Annahme, dass das Sensorium commune daselbst localisirt sei, schien auch in zahlreichen Compressionsversuchen Bestätigung zu finden. Wurde nämlich die Oblongata comprimirt, sei es durch den Fingerdruck oder mittelst eines Instruments, so stürzten die Versuchsthiere sogleich zusammen, und ihr Zustand ähnelte ausserordentlich den comatösen oder soporösen Zuständen, die man an Menschen zu beobachten Gelegenheit hatte.

Noch eine Serie von Medulla-Experimenten widmete

Lorry dem Problem der contralateralen Lähmung. Diese Versuche bekräftigten die alte Hippokratische Lehre, dass die begleitenden Krämpfe auf der verletzten, erkrankten Hirnseite erfolgen. Er nahm unter Anderem drei Tauben vor, verletzte die Medulla der ersten an zehn oder zwölf Stellen durch Stiche nur rechts, bei der zweiten nur links, bei der dritten Taube in der Mitte. Im ersten Falle beobachtete er nun Folgendes. Wenn die Taube ging, so vermochte sie dies nicht anders als mit einer Neigung nach links, was ebenso wie der Umstand, dass sie häufig nach links umfiel, für den Ausdruck einer Schwächung der Bewegungsfähigkeit auf der linken Seite gehalten wurde. Die Convulsionen in Folge der anfänglichen Reizung durch die Stiche waren dagegen angeblich auf der verletzten Seite, also rechts, immer stärker. Kneipte man das linke Bein, so zog sich die Taube langsamer zurück, als wenn dasselbe rechts gemacht wurde. Den Endausgang bildeten eine bleibende linksseitige Lähmung und rechtsseitige Convulsionen.

Ganz dieselben Erscheinungen zeigte die zweite Taube, nur Alles auf der entgegengesetzten Seite, also Lähmung rechts, Convulsionen links. Die dritte Taube endlich war nirgends gelähmt, hingegen von furchtbaren allgemeinen Krämpfen ergriffen (Opisthotonus etc.).

Wir haben oben erwähnt, dass Lorry bereits auf Coordinationsstörungen, welche durch Kleinhirnverletzungen hervorgerufen werden, aufmerksam machte. Ebenso bemerkenswerth ist es, dass ihm auch die eigenthümlichen Zwangsbewegungen nicht entgingen, welche einer Läsion der Oblongata resp. der Kleinhirnstiele, Corp. restiformia, nachfolgen. Natürlich galten ihm die convulsivischen Bewegungen auch als Ausdruck der Sensibilität. Bei einer Taube durchbohrte er, mit einem Scalpell den Schädel quer durchdringend, Kleinhirn und Oblongata. Als

er die Dura zuerst traf, verrieth das Thier wenig Schmerz, das Durchschneiden des Cerebellums schien kaum wahrgenommen zu werden, nach Verletzung der Medulla wurde der Körper von den heftigsten Krämpfen erfasst, gekrümmt und in continuirliche Rollbewegung versetzt. „J'ai coupé dans un pigeon tout le cervelet et une partie de la moëlle allongée, insinuant un scalpel tranchant des deux côtés à travers les os du crâne, la dure mère et le cervelet; quand je fus à la dure mère, l'animal eut un légér sentiment de douleur, le scalpel passa à travers le cervelet sans que ce pigeon parût s'en apercevoir; mais, quand j'eus atteint la moëlle allongée, la tête se reporta violement en arrière, tout le corps s'arrondit, la queue se porta vers la tête, les ailes battaient continuellement et l'animal roula aussi tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, pendant plus d'une demi-heure."

Die vortrefflichen Leistungen, welche Lorry auf dem Gebiete der Experimentalphysiologie des Centralnervensystems aufweist, sollten ihm in der Geschichte dieser Forschung für immer einen Ehrenplatz sichern. Bedenkt man, dass von der Entdeckung des Athmungscentrums die moderne, auf dem Localisationsgedanken basirende Wissenschaft ihren Ausgangspunkt nahm, so wird man nicht fehlgehen, wenn man ihm neben Pourfour du Petit den ersten Rang unter den Gehirnexperimentatoren des 18. Jahrhunderts zuspricht. Es wirft einen Schatten auf den Entwicklungsgang der Forschung, dass mehr als ein halbes Jahrhundert verging, bis man verstand, an seine Ideen, an seine bahnbrechenden Ergebnisse anzuknüpfen. Flourens gedenkt seiner, und nur auf die grenzenlose Vernachlässigung der Geschichte der exacten Wissenschaft, die sich seit Magendie's falsch aufgefassten Schlagworten geltend machte, ist es zurückzuführen, dass ein Mann von solchem Verdienst der Vergessenheit anheimfiel. Lorry, Legallois und Flourens sind gleich-

werthig und bezeichnen nur die Etappen des wissenschaftlichen Aufstiegs!

---

[1]) Vide Haller, Elem. phys. IV: „funiculo colli cultro falcato resecto animalis mortem praecipitant et Lapones absecta ad primas vertebras medulla spinali Renones necent, suosque boves Islandi."

[2]) Ibidem. Ueber den Gebrauch der Henker: „Carnifex Patavii caput in transversum agit, ut suspensi continuo pereant."

[3]) Phil. trans. Nr. 226.

[4]) Neurograph. univers. Lib. I, c. 20.

[5]) Anatomy of the brain. Lond. 1695.

[6]) Vide Haller, Elem. phys. IV.

[7]) Anatom. praelect. Rom. 1586.

[8]) Analect. Anat. phys. sect. XIII, § 25, 30.

[9]) Instit. med. p 253.

[10]) Op. omn. Tom. I, sect. 3, § 12 u. a. O.

[11]) Noch Rolando erklärte die Oblongata für das Sensor. commune (1809).

[12]) L. c.

[13]) Memoires de math. et physique présentés à l'acad. roy. des sciences. Tom. III (1760).

[14]) Quand je fus parvenu au col, je fus fort étonné de voir que la piqûre de la moëlle ne produisait aucune convulsion dans les parties auxquelles elle envoyait des nerfs; qu'en plongeant, ou un stilet, ou le point d'un scalpel sous l'occiput, j'excitais des convulsions et qu'entre la seconde et la troisième vertèbre, loin de produire la même chose, l'animal mourait presque sur le champ, qu'il s'excitait un frémissement par tout le corps, que le pouls et la respiration cessaient absolument et qu'il y avait paralysie parfaite des fonctions vitales, c'est-à-dire mort complète, quoique la même chose n'arrivât ni plus haut ni plus bas, mais seulement dans les petits animaux entre la seconde et troisième, troisième et quatrième vertèbre; entre la première et seconde vertèbre du col et entre la seconde et troisième pour les animaux d'une volume plus considérable.

[15]) La division et la compression de la moëlle de l'epine dans un endroit déterminé produit la mort subite; inférieurement à cet endroit cette même moëlle coupée produit la paralysie, elle la produit de même supérieurement: nous pouvons donc conclure, sans crainte d'être dans l'erreur que c'est dans la moëlle allongée qu'il faut chercher le siége de l'assoupissement.

[16]) Es geschah dies vornehmlich von Seite der Haller'schen An-

hänger, welche von jeder markhaltigen Stelle des Centralnervensystems Krämpfe ausgelöst haben wollten.

[17]) Gleicher Anschauung huldigten zahlreiche Forscher, z. B. Swammerdam. Bibl. natur. p. 843, 844: „dat de oorspronk deser beweeging voornamelyk in het beginsel van het Ruggemerg is"; p. 842: „Waarom men ook in veele Dieren siet, dat, soo draa het beginsel van het Ruggemerg in het Bekkeneel geroert wort, dat haar dodelyk allede onderleggende Spieren bewecgen"; p. 849: „Want in wat voor Dieren dat het syn, daar ik dat in getentcert heb, daar contraheeren haar de Spieren altyt, als men het beginsel des Mergs of ook de uytgaande Senuwen maar roert." Eine reiche Literaturangabe findet sich diesbezüglich bei Haller (Elem. phys. IV.) Conf. Kaau, Imp. fac. dict. Hipp. 333 etc.

V.

Versuche über die Functionen des Rückenmarks.

Fatendum in majorum nostrorum fundamentis egregie extant fundamenta.
Steno.

Die Rückenmarksphysiologie basirte schon in einer Zeit, da noch auf fast allen Gebieten vage Hypothesen die Stelle von Thatsachen einnahmen, auf experimentellen Ergebnissen, welche für immer unantastbar blieben.

Die anscheinende morphologische Gleichförmigkeit des Organs, die leichte Uebersehbarkeit des Symptomencomplexes, der seinen Verletzungen folgte, die verhältnissmässig geringe Schwierigkeit der Versuchstechnik, alle diese Umstände ermöglichten es, dass die exacte Richtung frühzeitig zur Geltung kam, und den Hypothesen kaum Spielraum überlassen wurde.

Genauere Kenntnisse über die klinischen Folgen von Rückenmarksverletzungen finden sich bereits in den Hippokratischen Schriften[1]), und Galen inaugurirte als Erster, vielleicht von den Alexandrinern angeregt, die experimentelle Erforschung der Rückenmarksfunctionen. Früher als in der Gehirnphysiologie kam auch die Reizmethode zur Verwendung mit Resultaten, die leicht deutbar und von keiner Seite anfechtbar waren.

Trotz aller dieser ungewöhnlichen Vortheile, welche in der Einfachheit der anatomischen Verhältnisse vorzugsweise

begründet sind, und der experimentellen Forschungsart ein leicht zu bewältigendes Gebiet zur Vorschulung und Vorbereitung für die Lösung der Räthsel, die das Hirnleben in sich schliesst, anheimstellten, erhielt sich das Rückenmarksexperiment von Galen bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts fast auf derselben Stufe, ohne extensiv oder intensiv irgend einen namhaften Fortschritt aufzuweisen. Die wissenschaftlichen Einzelleistungen erhoben sich kaum auf das bescheidenste Minimum, wodurch es kam, dass die Gesammtsumme der Leistungen am Schlusse des Zeitraums gegenüber den Ergebnissen der Gehirnphysiologie, welche doch um so viel später erstand, keinen Vorrang einnahm. Man verharrte in Jahrhunderte währender Stagnation bei den Forschungsresultaten der Alten und verfolgte kein anderes Problem als die groben Aeusserungen der Bewegungs- und Empfindungsstörungen oder die Lebenswichtigkeit des Organs zum Gegenstand der Untersuchung zu machen.

Die Anschauungen, die man sich über die Stellung und Wichtigkeit des Rückenmarks im Leben des Organismus bildete, wechselten im geringen Maasse und hingen vornehmlich davon ab, wie man über die Bedeutung des Gehirns dachte.

Plato lehrte, dass es das Princip des Lebens enthalte, die Quelle des Samens bilde; Aristoteles erklärte das Rückenmark, um seine Wichtigkeit zu kennzeichnen, im Gegensatz zum Gehirn für heiss und blutreich. Nach Praxagoras sollte das Gehirn überhaupt nur eine Verlängerung des Rückenmarks darstellen [2]. Herophilus liess aus beiden Nerven für die willkürlichen Muskeln hervorgehen.

Seitdem durch Galen's Lehre dem Gehirn endlich die gebührende Werthschätzung zu Theil wurde, sank das Rückenmark zum untergeordneten Leiter der Bewegung und Empfindung vermittelnden Impulse herab. Galen verglich es

mit einem Strom, der dem Gehirn entquillt und gleich Bächen zu allen Theilen Nerven entsendet, auch nannte er es ein zweites Gehirn für die Theile, die unterhalb des Kopfes liegen (De usu part Lib. XII c. 10).

Das Gehirn behauptete in den Hypothesen die Alleinherrschaft über alle animalen und vegetativen Functionen, als Erzeugungsstätte des Nervenfluidums, als gemeinsame Kraftquelle und Ursprung aller Bewegung und Empfindung. Einen recht sichtbaren Ausdruck erhielt diese Meinung bisweilen in der anatomischen Terminologie; so nennt z. B. Alessandro Benedetti das Rückenmark den sechsten Nerven und Realdus Columbus bezeichnet es als Cerebrum longum sive allongatum.

Willis erklärte das Rückenmark für die Heerstrasse der im Gehirn gebildeten Lebensgeister, eine Anschauung, die sich dominirend erhielt, wiewohl Manche, z. B. Vieussens, auch dorthin die Erzeugung der Spiritus animales verlegten.

Versuche, welche bei Insecten oder Kaltblütern nach der Enthauptung einen Fortbestand des Lebens, der Bewegungs- und Empfindungsfähigkeit ergaben, mussten zum Schlusse führen, dass bei diesen Thiergattungen dem Rückenmark eine höhere Bedeutung als dem Gehirn zukommt. Es sei nur auf Redi und Swammerdam verwiesen. Ersterer berichtete, dass Ameisen durch Druck auf den Brusttheil sogleich getödtet werden, während sie die Abtrennung des Kopftheiles überdauern. Letzterer betonte, dass bei Insecten das Gehirn relativ sehr geringe Entwicklung zeige und für die Muskelbewegung fast unnöthig erscheine: „Dat voornamelyk in de Insecten plaats heeft, welkers Spieren ook veel langer beweegen, als die van eenige andere Dieren, selfs naa dat het Hooft al eenige dagen van het lichaam gesneeden is geweest.“ . . . „Voornamentlyk is daat groote soort van Byen, Horsels genoemt, soo van aard, want sy syn soo gulsig, dat

se geen eeten weigeren in te neemen al syn se midden door gesneeden." [3])

Die merkwürdigen Beobachtungen, die man an Anencephalen machte, verlockten noch mehr, selbst bei höheren Thieren, den Sitz der Seele ins Spinalmark zu verlegen, dennoch folgten nur wenige Forscher diesem Irrlicht. (Zu Haller's Zeiten Mieg.)

Die Pathologie des Rückenmarks resp. eigentlich der Wirbelsäule (ähnlich wie man ursprünglich die Gehirnverletzungssymptome von den Schädelverletzungen herleitete) reicht bis auf Hippokrates zurück. Die koischen Aerzte erwähnen Lähmungen, Krämpfe, Störungen der Urinentleerung etc. als Folgeerscheinungen. Im Buche „De articulis" c. 48 heisst es, dass Läsion des unteren Theiles Lähmung der unteren Extremitäten, Läsion des oberen Theiles Lähmung aller Glieder bewirke.

Celsus beschreibt als Symptome der oberen Wirbelsäulenbrüche Lähmung der Arme, Erbrechen oder Krämpfe, Athembeschwerden, Schmerzen etc., wogegen die Verletzung der unteren Abschnitte Lähmung der Beine, Harnretention resp. Incontinentia urinae bedinge (L. VIII c. 14).

Durch Galen[4]), der den Weg des Experiments betrat, wurde ein fester Untergrund geschaffen, der allen nachfolgenden Forschungen zur Basis diente. Es blieb für immer sichergestellt, dass Verletzungen oder Erkrankungen des Rückenmarks die Bewegungs- und Empfindungsfähigkeit der abwärts gelegenen Theile verändern. Der Thierversuch ergab, dass Durchschneidung in der Längsachse zu keiner Lähmung führt, und dass nur jene Seite afficirt wird, deren entsprechende Rückenmarkshälfte quer durchtrennt wurde. Von besonderem Werthe waren seine Untersuchungen über den Connex dieser Operationen mit der Athmung. Nach stets höher hinaufreichenden Rückenmarksdurchschneidungen fand

er nämlich höher liegende Thoraxmuskeln gelähmt. Nach Durchschneidung des Rückenmarks zwischen drittem und viertem Halswirbel beobachtete er Aufhören der Athembewegungen nicht allein am Thorax, sondern auch an allen darunter gelegenen Theilen: „Si in media tertiae et quartae vertebrae regione totam ipsam medullam persecueris, spiratione confestim animal destituitur, non solum thorace, verum etiam infra sectionem toto corpore facto immobili.“ Hingegen bewegte sich die Brust vermittelst des Zwerchfells und der oberen Stammmuskeln noch auf und nieder, wenn das Rückenmark zwischen Hals- und Brustwirbelsäule durchtrennt wurde: „Animal subito in latus procubuit, utrasque thoracis partes, et altas et imas, commovens.“

Oribasius[5]) giebt aufs Genaueste die Wirkung der Durchtrennungen in verschiedenen Höhen an. Ein Schnitt zwischen Occiput und Atlas hebe sofort Bewegung und Empfindung auf, weshalb man auch bei Thieropfern den Todesstreich an dieser Stelle führe. Die gleiche Wirkung könne man auch beobachten, wenn ein Stich unterhalb des ersten Wirbels eindringe, und der Tod erfolge nicht etwa wegen Verwundung des vierten Ventrikels, sondern wegen der Sistirung der Respirationsthätigkeit und der allgemeinen Lähmung. Gewiss eine hochbedeutsame Beobachtung, die leider erst nach so vielen Jahrhunderten Begründung und Erweiterung fand! Fällt der Schnitt unterhalb des zweiten, dritten oder vierten Wirbels, so blieben die oberen Extremitäten frei, im Uebrigen aber zeige sich ein ähnliches Endresultat. Durchtrennung unter dem fünften Wirbel bewirke Lähmung aller Brustmuskeln, das Zwerchfell aber bleibe fast intact, noch weniger werde dasselbe bei Schnitten unter dem sechsten Wirbel betroffen, um endlich bei Verletzungen unterhalb des siebenten Wirbels frei auszugehen, während die Brustmuskeln der Lähmung verfallen. Einschnitte im zweiten Intercostalraum rauben

der Intercostalmuskulatur die Contractionsfähigkeit. Weiter abwärts geführte Schnitte verursachen Lähmung der unterhalb gelegenen Theile.

Chirurgische Erfahrungen der Folgezeit bestätigten die alten Erfahrungen, vertieften aber die Kenntnisse nicht im Mindesten.

Berengar v. Carpi erklärte aus dem Vorhandensein der vorderen Rückenmarksfurche die Möglichkeit bloss einseitiger Lähmungen. Als die neuerwachte anatomische Forschung zur eifrigen Thierzergliederung anregte, bemühte man sich, die Experimente Galen's zu wiederholen. So finden sich dementsprechend bei Vesal und den Anatomen des 15., 16. und 17. Jahrhunderts Angaben, welche die Folgen der Rückenmarksverletzungen, in mehr oder minder genauer Weise, gestützt auf eigene Versuche oder in blosser Anlehnung an die Ueberlieferung oder chirurgische Beobachtung, schildern. Im Allgemeinen wurde aber dem Gehirnexperiment und dem Vagusexperiment so viel Aufmerksamkeit gewidmet, dass alle übrigen neurologischen Probleme in den Hintergrund gestellt wurden. Es wäre ermüdend, wollte man die kärglichen Mittheilungen der zahlreichen Autoren anführen, sie liefen immer auf dasselbe hinaus, nur um ein Paradigma aus früher Zeit hinzustellen, erwähnen wir, dass Cesalpini bemerkte, Rückenmarksdurchtrennung im obersten Halsmark sistire die Athmung nicht augenblicklich, sondern lasse sie noch eine Zeit lang, allerdings in grossen Intervallen, fortdauern.

Der bekannte Stenon'sche Versuch, welcher in Unterbindung der Aorta descendens bestand (zuerst 1667, seither wiederholt angestellt), sollte nur die Wichtigkeit der Blutzufuhr zu den Nerven documentiren und fand erst viel später die richtige Erklärung, nämlich, dass die Lähmung der unteren Extremitäten durch Anämie des Rückenmarks verursacht werde.

Von den meisten Forschern wurde eine Scheidung der Folgesymptome je nach der Schnitthöhe gar nicht versucht, und da manche kurzwegs auch die Medullaverletzungen nicht absonderten, so ist es erklärlich, dass die Meinung aufkam, Rückenmarkverletzungen sind tödtlich. Zu einer solchen Schlussfolgerung verstieg sich z. B. Gölicke auf Grund von Beobachtungen, dass Hunde durch Stiche zwischen erstem und zweitem Halswirbel unter Convulsionen verenden etc. Perrault erklärte das Rückenmark, in Erwägung anatomischer und chirurgischer Momente, für den edelsten Theil des Centralnervensystems. Zufällige Erfahrungen führten allmählich zur Anwendung der Reizmethode, und die auf diese Art angestellten Experimente fielen um so erfolgreicher aus, als man meistens durch Irritation der Rückenmarkswurzeln oder des verlängerten Marks Krämpfe auslöste. Derjenige Abschnitt des Nervensystems, von dem Krämpfe ausgelöst werden können, müsse, so schloss man jederzeit, Sitz der normalen Bewegung sein.

Die Reizmittel waren überwiegend mechanische (Stich, Schnitt etc.), seltener chemische, in der Mitte des 18. Jahrhunderts auch der elektrische Funke (van den Bos[6]).

Das Ergebnis bestand in dem Auftreten von Convulsionen der abwärts gelegenen Körpertheile, und nur wenige Autoren achteten auch auf andere, nebenbei einherlaufende Functionsstörungen.

Drelincourt[7]) sah bei einem Hunde in Folge von Reizung der „Filamenta medullae“ mittelst Stichen Krämpfe der hinteren Extremitäten auftreten, während die Reizung der Meningen fast erfolglos geblieben sein sollte: „Meningas pupugi, sed canis vehementius sese non movit; at ubi primum medullae spinalis filamenta punxi, pedes posticos protinus ille concussit.“

Baglivi[8]) hingegen vermochte durch seine chemischen

Reagenzien von den Rückenmarkshäuten aus Convulsionen hervorzurufen. Er ging in der Weise vor, dass er Flüssigkeiten in den Wirbelcanal einspritzte. Durch die Druckwirkung kam es anfangs zu Reiz-, später zu Lähmungserscheinungen: „Canis ad tabulam ligati denudabis cultro vertebras dorsi, unam earum perforabis terebra donec perveneris ad spinalem medullam: tunc punge ipsam, irrita, ne affice acu, vel acribus liquoribus siringatione injectis, et videbis animal statim tremere, convelli, concuti per totum et praesertim in partibus respondentibus spinae e directo affectae. Si vero post haec irritantia experimenta, et inde natas spasmodicas affectiones, oleum aut aliud quid pingue siringando injicias in cavitatem spinalis medullae per foramen terebratione factum; confestim observabis idem animal concidere, relaxari, ac torpere, imo fere paralyticum evadere, potissimum illis in partibus, quae meningi spinalis medullae oleo relaxatae e directo ponuntur.“ In diesem Geleise bewegte sich die Experimentalforschung fort und fort. Krämpfe und Lähmungen, Schmerzäusserungen oder Empfindungsstörungen, sei es, dass sie an Menschen oder Thieren bobachtet wurden, machten die Lehre, dass das Rückenmark Empfindung und Bewegung vermittle, immer mehr zu einer unbestreitbaren Wahrheit.

Eine Weiterentwicklung der Forschung konnte nur durch die Inangriffnahme zweier Fragen zu Stande kommen, einerseits, ob das Rückenmark in toto von so eminenter Lebenswichtigkeit ist, dass seine Verletzung an einer beliebigen Stelle den Tod bedingt, und andererseits, ob das Rückenmark keine anderen Functionen als die Leitung der Empfindungs- und Bewegungsimpulse besitzt. Die zweite Frage war eigentlich in der ersten enthalten; denn fand man, dass nur die Verletzung bestimmter Markabschnitte tödtlich wirke, so ergab sich sofort das Problem: Warum

stehen nur diese Theile mit der Erhaltung des Lebens in innigem Connex? Mit anderen Worten, es spitzte sich das Problem, ähnlich, wie wir bei der Entwicklung der Kleinhirnphysiologie sahen, dadurch zu, dass man einfach zu untersuchen hatte, ob das Rückenmark resp. gewisse seiner Abschnitte von Einfluss auf Athmung und Kreislauf sind.

Endgültige Lösungen fanden diese Fragen erst durch die moderne Wissenschaft, gute vorbereitende Arbeiten fallen in den Ausgang des vorigen und Beginn dieses Jahrhunderts, die vorhergehenden Leistungen sind mit spärlichen Ausnahmen völlig unzureichend.

Der Grund, weshalb der Werdeprocess so langsam fortschritt, liegt zum Theil darin, dass man, in Unkenntnis der morphologischen Feinheiten des Baues, das Organ stets in toto zum Gegenstand der Untersuchung machte, daher zu keinen unzweideutigen Ergebnissen gelangen konnte, dass die mehr als ein halbes Centennium dominirende Haller'sche Doctrin lediglich zu Untersuchungen im Sinne der Irritabilitätslehre anregte, d. h. in dem speciellen Falle zur Untersuchung, ob das Rückenmark „Sensibilität" besitze oder nicht. Das Verdienst Haller's und seiner Anhänger liegt höchstens darin, dass sie die Frage nach der Lebenswichtigkeit durch die Erklärung beantworteten, nicht jede Verwundung des Rückenmarks führe unbedingt, unmittelbar den Exitus herbei. Allerdings fiel gerade in die Haller'sche Periode die schon oben erwähnte Entdeckung Lorry's, dass Läsionen des obersten Halsmarks sofort letalen Ausgang hervorrufen, während Verletzung des Rückenmarks abwärts vom dritten resp. vierten Halswirbel in viel geringerem Grade gefährlich wirken. Die jedweder Localisation abholde Richtung der Physiologie widmete aber dieser hochbedeutsamen Entdeckung, die doch zur Anbahnung einer rationellen Forschungsart wie geschaffen

war, nicht bloss geringe Aufmerksamkeit, sondern gab sie der Vergessenheit preis. Aus Lorry's Untersuchungsergebnissen sei noch angeführt, dass er wesentliche Unterschiede in den Verletzungssymptomen bemerkte, je nachdem er das Rückenmark in grösserer oder geringerer Höhe durchtrennte oder unterband. Experimentirte er (an Hunden) am Lendenmark, so erfolgte bloss Lähmung der Beine, wurde die Operation höher oben vorgenommen, so war die Lähmung nicht vollständig, die Sensibilität blieb länger erhalten, und Zuckungen trugen zur Complication des Symptomencomplexes bei. Viel später entwickelte sich die Lähmung, wenn die Durchschneidung in der Gegend des letzten Halswirbels ausgeführt wurde: „Enfin quand on fait cette séparation vers les dernieres vertèbres du col, alors l'animal est plus long-temps à se défendre contre la paralysie, qui se découvre plus tard."

Ebenso geringes Interesse wurde einer Idee des Bologner Anatomen Bibiena (1720—1774) zu Theil, der zuerst die Abhängigkeit der Herzaction vom Rückenmark einer experimentellen Untersuchung unterzog. Francesco Maria Galli Bibiena[9]) gehörte zu jenen trefflichen italienischen Anatomen der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, welche mit Sorgfalt den Bau und die Leistung des Rückenmarks bei Insekten, Amphibien, Reptilien und Fischen studirten. Bibiena beobachtete, dass durch Rückenmarkszerstörung zwar die Locomotion gelähmt wird, aber die Herzbewegung intact bleibt: „Verum tamen (quod notatu dignum est) licet anguillarum segmentum cui cor adhaerebat, motu privaretur sola specilli introductione in spinae canalem, suum tamen motum immutabiliter, et constantissime retinebat cor tum etiam, cum stylus repetitis vicibus trajecebatur: imo quod saepe notatum est, aut parum turbari, aut ne turbari quidem tunc temporis cordis motus videbatur. Hoc autem ipsum, iterato experimento, observatum, confirmatumque

a nobis fuit non modo in viperis et anguillis, verum etiam in lacertis."

Bibiena publicirte diese Untersuchungen 1762, und nach ihm verfolgten mehrere italienische Forscher den gleichen Weg, unter ihnen kein Geringerer als Luigi Galvani[10]), aber erst im zweiten Decennium unseres Jahrhunderts wurde die Frage, ob und wiefern das Herz vom Rückenmark abhängig ist, mit regerem Eifer behandelt.

Unter den Schriften der Haller'schen Dissertationssammlung findet sich eine, von einem gewissen Bruning herrührende Arbeit, in der als Folge der Rückenmarksreizung im oberen Abschnitte Athembeschwerden, Herzklopfen, Erbrechen, Singultus beschrieben werden. Auch diese Angaben wurden nicht zum Gegenstand weiterer Forschungen gemacht, und so kam es, dass die Experimentalphysiologie des Rückenmarks bis zum Schluss des 18. Jahrhunderts in öder Eintönigkeit verharrte. Erst durch englische Chirurgen (namentlich Hunter) wurden neue Elemente zur Beschleunigung des Werdeprocesses eingefügt und die schwachen Keime, welche die herrschende Physiologie missachtet hatte, zur Entwicklung gebracht.

---

[1]) De articulis c. 48.

[2]) Diese Ansicht wurde u. A. auch von C. Bartholin erneuert, welcher Gross- und Kleinhirn gleichsam als Fortsätze des Rückenmarks „tanquam ἀποφύσεις medullae oblongatae" betrachtete.

[3]) Bibl. nat. (Leyd. 1737 ed. Boerhaave). p. 855.

[4]) Galen, De usu part. Lib. XII, c. 10; De Hipp. et Plat. decret. Lib. VII, c. 8; De temperamentis. L. II, c. 3; De motu muscul. Lib. I, c. 1; De anat. administr. L. VIII, c. 6; De locis affect. Lib. II, c. 6; Lib. III, c. 10; Lib. IV, c. 3.

[5]) Oeuvres de Oribase ed. Daremberg, p. 178.

[6]) De vivis humani corporis solidis. Leyd. 1757.

[7]) Canicid. V.

[8]) De fibr. motr., p. 269.

[9]) Vide Medici, Compend. storico della scuola anat. di Bologna.

[10]) Opere edite ed inedite dell Accademia delle scienze. Dell' istitute di Bologna. 1841.

Die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie im Zeitalter Haller's.

> Auf den siegreichen Aufschwung, welchen die Naturwissenschaften im 16. und 17. Jahrhundert erlebten, folgte ihr Niedergang oder Stillstand im 18. Jahrhundert, welches keine wesentliche Vermehrung des Wissensinhalts brachte, aber unter dem Einfluss einer encyklopädischen Richtung der Geister zu einer Sammlung und Sichtung der gewonnenen Ergebnisse führte, die für ihre weitere Entwicklung nützlich und nothwendig war.
>
> Puschmann.

Wie sehr die Experimentalphysiologie im Laufe des 17. Jahrhunderts durch die Bemühung der Jatrophysiker und Jatrochemiker erstarkt war, zeigt sich ganz besonders in dem hartnäckigen Widerstande, den sie dem medicinischen Spiritualismus des 18. Jahrhunderts entgegen zu setzen wusste.

Die berauschenden Erfolge der jugendlichen Naturforschung hatten das allzu leichtfertige Vorurtheil erzeugt, dass den Räthseln des Organischen mit den rohesten, einfachsten mechanischen oder chemischen Erklärungen beizukommen ist, und dass der Materialismus die nothwendige Consequenz einer Physiologie, welche Physik und Chemie als Hilfswissenschaft heranzieht, bilden muss. Diesem Vorurtheil trat namentlich der Stahl'sche Animismus entgegen, der auf medicinischem Gebiete einen Widerstreit der Meinungen hervorrief, welcher an Wucht und Schärfe keineswegs hinter den philosophischen

Fehden der Idealisten und Materialisten zurückstand. Was Leibniz im Entwicklungsgang der Philosophie, bedeutet Stahl im Entwicklungsgang der Medicin, die Systeme beider bewirkten durch Bekämpfung des seichten Materialismus eine Läuterung der Forschungsart, eine Vertiefung der Denkmethode, die auf beiden Gebieten zu einer exacten Bestimmung des Bereichs führte, welches der Erfahrung überhaupt zugänglich ist. Der Läuterungsprocess manifestirte sich erst viel später in der schon seit Haller's Zeiten angestrebten Umwandlung der Mechanik und Chemie in Biomechanik und Biochemie. Bevor aber diese Umwandlung eintrat, bevor die Vereinigung der zwei divergenten Richtungen des gemässigten Spiritualismus mit der rationellen Empirie zu einem harmonischen Ganzen zu Stande kam, prallten die Vorkämpfer hart auf einander; doch hatte die empirische Forschung bald so weit den Vorsprung, dass selbst die Gegner genöthigt waren, ihre Argumente auf dem Wege des Versuchs zu bekräftigen. Namentlich waren es die britischen Stahlianer, welche, eigentlich ganz im Gegensatz zu ihrem Lehrmeister, der Physik, Chemie, Anatomie als fremdartige Wissenschaften aus der Medicin verbannen wollte, in verdienstvollster Weise die Experimentalphysiologie förderten.

Das Stahl'sche System in seiner ursprünglichen Gestalt mit seiner Geringschätzung der Materie, mit seiner völligen Verwerfung jeder, nicht transcendentalen Erklärung physischer Vorgänge, mit seinem Grundsatz, dass die Seele das „Principium vitae", die Lenkerin jeder Bewegung darstelle und keines vermittelnden Nervenfluidums zur Einwirkung auf den als todten Mechanismus gedachten Körper bedürfe, war am wenigsten geschaffen, die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie vorwärts zu bringen.

Erst nachdem einige Anhänger Stahl's, die Kluft über-

brückend, das System wesentlich modificirt hatten und, durch Haller in die Enge getrieben, sich nach anderen Stützen umsehen mussten, als sie die Syllogismen bieten konnten, wurde auch der Thierversuch in den Dienst des Animismus gestellt, und wurden von Stahlianern experimentelle Resultate erzielt, die ein helleres Licht auf die Functionen des Centralnervensystems warfen.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Haller'sche Irritabilitätslehre, nach welcher die Wirksamkeit des Nervensystems auf motorischem Gebiete quantitativ und qualitativ erheblich geringfügiger zu sein schien, als man bisher geglaubt hatte, und die Herzaction wie die meisten vegetativen Thätigkeiten der nervösen Leitung enthoben wurden, über die eigentliche Function des Centralnervensystems im Unklaren liess.

Wozu der imposante, complicirte, unentwirrbare Aufbau des Centralnervensystems, wenn die Nervenkraft, nur zeitweilig durch den Willen thätig werdend, den peripheren Reizen völlig gleichwerthig ist? Wozu die Nerven des Herzens, wenn dieses Organ eine völlige Unabhängigkeit vom Nervensystem besitzt? Weshalb ist die Wirkung einer unmittelbaren Muskelreizung sowohl hinsichtlich der Intensität als hinsichtlich der Extensität viel geringer als die Wirkung einer indirecten, centralen Reizung vom Nervenstamm oder Rückenmark oder von der Oblongata aus?

Diese und andere Einwürfe erhoben sich gegen die Haller'sche Lehre und gaben den Stahlianern zum Theil Gelegenheit, in die Debatte mit Erfolg einzugreifen, wodurch eine Reihe von Unklarheiten ans Licht gezerrt wurde.

Zwei Momente waren es vornehmlich, die den Kernpunkt der auf experimentellem Wege ausgefochtenen Kämpfe der Schulen Stahl's und Haller's bildeten und geradezu von grundlegender Bedeutung für die weitere Entwicklung der

Physiologie des Centralnervensystems wurden. Erstens wurde durch die gemässigten Anhänger Stahl's, wie z. B. Whytt, der Seelensitz auch auf das Rückenmark ausgedehnt und man lernte auf dem nützlichen Umwege, zu dem der Begriff „Rückenmarksseele“ führte, die Functionen des Rückenmarks kennen, welche dasselbe ohne die Oberleitung des Gehirns zu vollführen im Stande ist. Vor den Stahlianern wurde das Rückenmark nur als unselbstständiger Leiter der Motilität und Sensibilität betrachtet; durch die an enthaupteten kaltblütigen Thieren angestellten Versuche Whytt's und Unzer's wurde in der That erst die Rückenmarksphysiologie eröffnet.

Zweitens wurde im Wettstreit der Lehren Stahl's und Haller's die Frage, worin die Quelle des Unterschieds willkürlicher und unwillkürlicher Bewegungen bestehe, dermassen in Fluss gebracht, dass die Erkenntnis des Reflexmechanismus ausserordentlich näher rückte.

In seiner Grundgestalt führte der Stahl'sche Animismus gegen die Absicht seines Urhebers die alte Annahme, dass eine directe Abhängigkeit jedweder animalen und vegetativen Function von der Seele, der „anima rationalis seu natura vitaliter et cum intelligentia agens“ bestehe, ad absurdum.

Die besonnenen Verfechter des Animismus verwarfen dieses Grundprincip mehr oder minder, indem sie der „Seele“, insoferne sie körperliche Vorgänge leitet, nicht Vernunft, sondern lediglich Empfindung zuschrieben, welche nicht in allen Fällen durch die Fackel des Intellects zur Helle des Bewusstseins entflammt wird. Dieses empfindende Princip liegt nach Whytt all' den Bewegungen zu Grunde, welche unbewusst oder jedenfalls unabhängig vom Willen, reflecto-

risch oder automatisch erfolgen. Im Centralnervensystem, das diesem empfindenden Princip als Substrat dient, sollte eine Ueberstrahlung der Impulse zu Stande kommen, vermöge dessen z. B. nach Reizung eines sensiblen Nerven zahlreiche Muskeln in Thätigkeit versetzt werden. Letztere, wiederholt experimentell geprüfte Thatsache konnte durch Haller's Irritabilitätslehre kaum erklärt werden. Noch weiter ging Unzer, der mit dem Begriff „Seele“ ungezwungen wieder Bewusstsein und Willkür verband und daher genöthigt war, das Zustandekommen der unwillkürlichen körperlichen Thätigkeiten als Folgewirkung des centralen Nervenmechanismus aufzufassen.

So wurde allmählich die Auffassung aus den luftigen, metaphysischen Höhen auf den festen Boden der nüchternen Wirklichkeit gestellt.

Da zudem die genauere anatomische Erforschung der Ganglien eine willkommene Handhabe bot, so konnte in Fortbildung der oben mitgetheilten Whytt'schen Idee statt des metaphysischen empfindenden Princips in den Nervenknoten das materielle Substrat der Ueberstrahlung und Ueberleitung von Nervenimpulsen angenommen werden. Wäre Unzer die Existenz getrennt verlaufender sensibler und motorischer Bahnen bekannt gewesen, so hätte er Marshall Hall's Entdeckung nicht nur vorausgeahnt, sondern selbst gemacht. Statt dessen konnte er sich nur zu der äusserst scharfsinnigen Vermuthung aufschwingen, dass gewisse sensible Reize „gegen das Gehirn emporstreben, abwärts geleitet und gleichsam reflectirt, nämlich durch die Nervenknoten aufgehalten und abgeleitet werden“.

Die Lehre Haller's scheiterte an diesen wichtigen Problemen, jedoch inaugurirte sie ein anderes, verwandtes Capitel der Nervenphysiologie.

Haller rief nämlich durch seine, der Erfahrung so sehr

widersprechende, allerdings auf Thierversuche gestützte Ansicht, dass die Herzthätigkeit nervösen Einflüssen nicht unterworfen sei, eine sehr ausgebreitete Forschung hervor, die in den Arbeiten Legallois' und Flourens' ihren Höhepunkt erreichte. Er hatte das Verdienst, die Untersuchungen von dem falschen Ausgangspunkt, dass das Gehirn die ausschliessliche Kraftquelle darstelle, abzulenken und die Experimentalphysiologie, soweit es sich um die nervöse Beeinflussung des Herzens handelte, auf Rückenmark und Oblongata hinzuleiten.

Die Gehirn- und Rückenmarksversuche Haller's und seiner Schüler, welche nicht so sehr vermöge ihrer Exactheit als vielmehr vermöge ihrer ungewöhnlichen Menge dem Princip der experimentellen Forschung zum Siege über die Speculation verhalfen, waren vorwiegend unter zwei Gesichtspunkten angestellt. Erstens bildeten sie einen Theilabschnitt der grossen Untersuchungsserie, in welcher die „Sensibilität" aller Organe bestimmt wurde; zweitens dienten sie dem Zwecke, die localistischen Theorien der Vorgänger, die experimentell gestützten Anschauungen des Willis, Lancisi, Pacchioni u. A. zu widerlegen.

Wir glauben Haller's Untersuchungsart am besten zu kennzeichnen, wenn wir sagen, er prüfte das Centralnervensystem nicht als Organ, sondern als Gewebe, er prüfte nicht die Functionen, sondern die geweblichen Grundeigenschaften.

Seiner streng empirischen Geistesrichtung entsprachen die bisherigen Beweise localistischer Theorien durchaus nicht, und da er selbst keine Beweise für den thatsächlichen Bestand der Gehirnlocalisation fand, so verwarf er folgerichtig die ganze Annahme.

Der Nutzen dieser Reaction bestand darin, dass man endlich damit brach, die Leistung der nervösen Centraltheile

nur mit Hilfe der leichtbeschwingten Phantasie zu bestimmen, statt in physiologischer Beobachtung allmählich fortzuschreiten. Dennoch wiederholten sich immer wieder Rückfälle, und es waren nicht allein Philosophaster, sondern manchmal die Besten der Forscher, welche sich im steten Hinblick auf die Einheit der Seele, im Hinblick auf das irreführende „Sensorium commune“ zu übereilten Schlüssen verleiten liessen. Es sei nur an den unübertrefflichen Anatomen Sömmerring erinnert, der bekanntlich den Sitz der Seele in die Ventrikelfeuchtigkeit verlegte und damit eine Hypothese verjüngte, die eigentlich schon seit Varolio, mindestens seit Willis obsolet geworden war. Nach Haller hatte das Gehirn zur Seele nur so weit Beziehung, als seine Medullarsubstanz der Sitz des Sensorium commune darstellte.

Die wahre Heimstätte fand die Localisationsidee resp. die rationell empirische Erforschung der Gehirnlocalisation bei den französischen Chirurgen, welche, den Spuren Lorry's folgend, nicht in philosophischen Begriffen, nicht in physiologischen Dogmen, sondern in der Klinik und pathologischen Anatomie Leitsterne suchten. Vom Standpunkt der modernen Physiologie aus betrachtet, erzielten sie die schönsten Resultate, die dauerndsten Ergebnisse unter allen Experimentatoren dieses Zeitraums. Zum Theil lag wohl die Ursache dieser Erscheinung darin, dass diese Männer der Praxis besser als die Physiologen die Methode beherrschten oder doch ihr für das Zustandekommen der Resultate mehr Bedeutung beimassen. Im Allgemeinen erhob sich aber die Methode kaum auf eine höhere Stufe.

Wie der Experimentirtisch aussah, darüber belehrt uns u. A. eine Stelle in dem Werke des Göttinger Professors Justus Arnemann, welches 1786 unter dem Titel „Versuche über die Regeneration an lebenden Thieren“ veröffentlicht wurde. Daselbst heisst es: „Zootomische Bücher sollten

eigentlich auch eine Anweisung enthalten, lebende grössere Thiere geschwind und bequem zu befestigen. Gewöhnlich fand ich ein Brett mit Löchern am Rande, wodurch Bänder zur Befestigung der Füsse gezogen waren. Brust und Leib des Thieres sind gar nicht befestigt.“ Arnemann schildert hierauf seine Verbesserung: „Zu dem Ende liess ich ein dickes eichenes Brett am Rande durchbohren. Die Löcher waren etwa einen halben Fuss von einander entfernt und gingen schief vom äussersten Rande einwärts. In der Mitte war das Brett noch ausgehöhlt, und, um Brust und Unterleib niederzuhalten, waren zwei Querriemen mit einer Schnalle angebracht. Für den Kopf ebenfalls eine flache Aushöhlung. Ich liess Brust und Unterleib mit Querriemen befestigen, in die Seiten liess ich eingekerbte Stäbe stecken und die Füsse so gestreckt als möglich binden. Das Maul war mit einem ledernen Maulkorb versehen und fest an das Brett gebunden. Bei Versuchen an Kopf und Rücken lasse ich die Beine durch die Aushöhlung stecken und unterwärts zusammenbinden, die Stäbe müssen in diesen Fällen der Maschine die Gestalt eines Tisches geben.“

Die Betheiligung der Forscher an der Pflege der experimentellen Gehirnphysiologie war in diesem Zeitraum bereits eine viel regere als in dem vorigen, und was den besten Gradmesser für den Anstieg der empirischen Richtung abgibt, auch die deutschen, hypothesenfreundlichen Physiologen wetteiferten erfolgreich mit englischen, französischen und italienischen Autoren.

I.

Die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie unter dem Einflusse Haller's.

En physiologie, lorsqu'on se trompe, c'est presque toujours parcequ'on n'a pas assez vu toute le complication des faits. Flourens.

Das treibende Moment für die Gehirn- und Rückenmarksexperimente Haller's und seiner Anhänger lag vornehmlich in der Frage, welche Theile Sensibilität besitzen, d. h. durch verschiedenartige Reize stimulirt, Schmerzesäusserungen oder Bewegung als Zeichen der Empfindung hervorzurufen vermögen. Ein Nebenzweck, der gleichzeitig verfolgt wurde, bestand in der Kritik der bisherigen Untersuchungen über die besondere Lebenswichtigkeit einzelner Abschnitte des Centralnervensystems. So dürr dieses Programm erscheint, war es doch wie kein anderes geeignet, unter der Flagge eines zusammenfassenden Princips Heerschau über die schon erreichten, vermeintlich sicheren Forschungsergebnisse zu halten, alte Irrthümer auszumerzen und eine für immer gesicherte Grundlage für weiteres Aufbauen zu schaffen. Leider entspricht die Ausführung nicht völlig den Erwartungen, und man geht kaum fehl, wenn man behauptet, die ganze grosse Versuchsreihe erweckte zwar allerortens den regsten Eifer für die experimentelle Forschungsmethode, erzeugte aber ein skeptisches Abgehen von den grossen, führenden Problemen und bahnte, wenn man die Localisationsidee im Auge behält, unleugbar einen Rückschritt an, der durch die Kritik des Bisherigen deshalb nicht wett-

gemacht wurde, weil die Technik der Versuchsanordnung ebenso mangelhaft wie die der Vorgänger war, eine unerschöpfliche Quelle neuer Irrthümer bildete und zur Negation reeller, wissenschaftlicher Besitzthümer hinführte.

Die Empfindlichkeit der Dura mater, die Erregbarkeit der Hirnrinde wurde geleugnet, und an ihre Stelle setzte man die functionelle Gleichwerthigkeit der grossen Gehirntheile, welche durch die allein reizbare Marksubstanz, dem Sitze des „Sensorium commune", Bewegung und Empfindung vermitteln sollten. Jedes dieser Resultate, welche unter dem Drucke einer präpotenten Autorität gewichtig die Ansichten der Zeitgenossen beeinflussten und die schönen Leistungen eines Pourfour du Petit, Baglivi, Lorry, Saucerotte und vieler Anderer verdunkelten, musste von der Gehirnphysiologie unseres Jahrhunderts widerlegt werden, und begreiflicher Weise vermuthete man kaum vorbereitende Arbeiten früherer Epochen, da man bei einem Manne von der Bedeutung Haller's keine Anknüpfungspunkte für die moderne Richtung vorfand. Auch Flourens machte zuerst Tabula rasa — damit beginnt jeder Fortschritt —, auch Flourens beseitigte mit dem Wust von Irrthümern manche, längst sichergestellte Wahrheit, aber er brachte eine Fülle neuer, überraschender Thatsachen und erweckte die Wissenschaft durch ein belebendes Ferment zu schäumender Gährung. Dieses Ferment lag in der verbesserten, neugestalten Technik. Haller aber bereicherte das Gebiet der Experimentalphysiologie des Centralnervensystems durch keine Entdeckung, die den Funden mancher Vorgänger ebenbürtig gewesen wäre; ja er verdunkelte fast den spärlichen Lichtschein, welchen die regsame Arbeit bereits entzündet hatte.

Er liess sich durch die Principien seiner Theorie so sehr beherrschen, dass er, wie wir sehen werden, in mancher Hin-

sicht den anatomischen Blick einbüsste und die Befunde mühsamer Zergliederung Anderer der Hypothese zuliebe rundweg ableugnete.

Grosses Verdienst erwarb er sich dagegen durch seine rationelle Erklärung der Hirnbewegung, wenn ihm auch Lamure hierin die Wage hielt. Die grösste Bedeutung seiner Wirksamkeit auf unserem Gebiete liegt unstreitig darin, dass er zuerst mit Entschiedenheit die beiden Grundleistungen des Organismus, Empfindung und Bewegung, in zwei verschiedene Gewebe, die erstere in die Nerven, die letztere in die Muskeln und andere contractile Elemente verlegte. Er zwang die Forschung, neue Wege zu suchen, um die Existenz des Zusammenhangs zwischen Nervenimpuls und Muskelkraft schärfer zu präcisiren, die Abhängigkeit organischer Functionen vom Nervensystem genauer als bisher zu ergründen und die Grösse des nervösen Factors exacter zu bestimmen. Namentlich galt dies von der Herzthätigkeit. Hier bahnte Haller geradezu eine neue Versuchsreihe an, deren letzte Ausläufer Elemente der modernen Gehirn- und Rückenmarksphysiologie geworden sind.

Es wäre ermüdend, wollten wir in detaillirter Weise über die einzelnen Experimente Haller's berichten, da ihrer erstaunlich grossen Menge nur eine geringe Variation der Bedingungen, nur eine spärliche Anzahl leitender Motive gegenübersteht [1]).

Als Reizmittel zur Prüfung der Sensibilität wurden vorwiegend mechanische (Einstechen von Troikarts, Scalpellen, Bistouris, Nadelstiche, Kneipen mit Pincetten, Compression etc.) oder chemische (Antimonchlorid, Höllenstein, Schwefelsäure, Weingeist u. a.) in Anwendung gebracht.

Vor Allem ergab sich, dass die Versuchsthiere auf Reizung der Dura mater weder mit Schmerzäusserungen noch mit Convulsionen reagirten; ebenso blieb auch die Reizung der Pia

mittelst Antimonchlorid oder anderen Reagentien völlig erfolglos. Beide Hirnhäute, so schloss Haller, besitzen weder Sensibilität, noch bilden sie den Sitz der Empfindung, wie manche frühere Autoren und von den Zeitgenossen namentlich Le Cat (1700—1768) vermeinten. Die Ursache, dass so zahlreiche Versuche zu diesem Resultate führten, lag wohl nicht zum Mindesten darin, dass schwere Blutungen oder Bindegewebsneubildungen oder verkalkte Durapartien eine directe Einwirkung chemischer Mittel hinderten. Auch die chirurgischen Erfahrungen wurden herangezogen. denn in vielen Fällen, wo durch cariöse oder syphilitische Processe ein Theil der Dura blosslag, wurde bei Berührung derselben mit scharfen Instrumenten kein Schmerz angegeben (De la Motte, Delaisse, Petit).

Nach der Haller'schen Lehre besitzen diejenigen Theile des Körpers, welche mit Nerven versorgt sind, Empfindung; demnach hätte diese der harten Hirnhaut schon a priori zuerkannt werden müssen, da Anatomen, wie Vieussens, Ridley, Valsalva, Winslöw, Lieutaud und Morgagni, Nervenfasern der Dura beschrieben hatten. Von den meisten Zeitgenossen wurde aber die Existenz derselben geleugnet[2]), (mit Ausnahme des Bologner Professors Th. Laghi[3]), und dies wurde für den Fortbestand der Irrlehre um so massgebender, als auch späterhin die Bestätigung der Nervenfasern durch Huber und Vicq d'Azyr von Lobstein[4]) und Sömmerring für Täuschung erklärt wurde. So fanden die Fehlversuche noch wissenschaftliche Begründung! Allerdings waren jene Forscher, welche die Sensibilität der Dura verfochten, genöthigt, ihre Angaben schärfer zu umgrenzen, d. h. die experimentell oder am Menschen beobachtete Empfindlichkeit nicht der fibrösen Haut schlechthin, sondern nur ihren Nerven zuzuschreiben, ein Fortschritt, der mit Hekatomben von Vivisectionen erkauft werden musste.

Gleich der Hirnhaut fand Haller auch die Rindensubstanz unempfindlich, worunter jedoch nicht bloss die Thatsache zu verstehen ist, dass Verletzung oder Abtragung derselben ohne Schmerzäusserung der Versuchsthiere vorgenommen werden kann, sondern auch, dass man durch beliebige Reize des Cortex nicht im Stande sein soll, Bewegung auszulösen. Nur ein einziges seiner zahlreichen Experimente hatte einen gegentheiligen Erfolg. In seiner Beschreibung heisst es: „Je perçai lentement et légèrement la substance corticale avec une sonde, l'animal ne laissa pas que de faire des cris incroyables et de tomber en convulsion.“ Hier traten also bei langsamer, leichter, oberflächlicher Reizung Schmerzäusserungen und Zuckungen auf. Dieser Ausnahmsfall, der von einer abnorm oberflächlichen Lage der Marksubstanz, wodurch dieselbe mitgereizt worden sein sollte, hergeleitet wurde, konnte natürlich die anderen Ergebnisse nicht im Geringsten erschüttern [5]).

Ganz im Gegensatz zur Hirnrinde zeigte sich in allen Experimenten die Marksubstanz des Gehirns „sensibel“ [6]), d. h. durch Reize in hohem Grade erregbar, was sich in Schmerzäusserungen, Fluchtversuchen oder Krämpfen resp. nachfolgenden Lähmungen bekundete [7]). Wurde z. B. bei Hunden oder Katzen eine Sonde oder ein Scalpell oder ein, mit Vitriol getränkter Holzspahn ins Mark gestossen, so reagirten die Thiere durch Geschrei, Umfallen, Herumdrehen des Körpers im Bogen, Zuckungen u. s. w. Auch die Wirkung mechanischer Hirncompression, die sich in Schmerzäusserungen, bei höheren Graden in dem Eintritt von Betäubungszuständen documentirte, wurden auf Functionshemmung der Medullarsubstanz bezogen.

Die Ueberzeugung von der Gleichwerthigkeit der Hirntheile war nicht darnach angethan, eine Specification der Reizmethode oder eine genauere

Localisation auch nur anzuregen. Mit der Begeisterung des Furor experimentalis wurde plan- und wahllos in die Hirnsubstanz eingestossen, gleichviel, ob man auf die subcorticalen Ganglien, die Hirnschenkel oder Oblongata traf, und ohne jegliche kritische Sonderung wurden alle Phänomene der Reizung oder Functionsstörung des Hirnmarks zugeschrieben.

Haller gab wohl zu, dass die Sehhügel, Hirnschenkel, das verlängerte Mark mit der Motilität in näherer Beziehung stehen, anerkannte aber keine functionelle Differenz der morphologisch abweichenden Hirntheile; er unterschied nur die minderwerthige Rindensubstanz von der bedeutsamen Marksubstanz: „Nulla autem corporum striatorum aut crurum medullae oblongatae aut pontis ab alia cerebri medulla diversitas est, nisi velis corticem admistum producere, qui tamen, cum non sentiat ipse, medullae sensum largiri nequivit.“

Häufig beschreibt er als Folgeerscheinungen seiner angeblichen Reizungen der Marksubstanz Convulsionen in Form von Kreisbogen- oder Zeiger- und Reitbahnbewegungen oder universell über den ganzen Körper verbreiteter Krämpfe, — alles Resultate, die deutlich darauf verweisen, dass neben dem Hemisphärenmark Streifen-, Seh-, Vierhügel, Hirnschenkel, Brücke oder verlängertes Mark, je nach der Tiefe oder Richtung der Stiche, mitverletzt wurden.

Obzwar manche Forscher, welche sich absichtslos bei ihren Reizversuchen strenger auf das Hemisphärenmark beschränkten, ebenso wie die Rinden- auch die Marksubstanz unempfindlich fanden, war es erst Flourens vorbehalten, den groben technischen Fehler aufzudecken. Für Decennien aber galt der Satz Haller's, dass nur die graue Substanz unempfindlich sei, während von dem Hirn-

mark Bewegungen durch Reize ausgelöst werden können.

Nach dem Gesagten kann es kaum mehr Wunder nehmen, dass durch Verletzung des Kleinhirns heftige Convulsionen des ganzen Körpers erzeugt wurden; konnte doch bei der rohen Methode die Mitverletzung der Oblongata schwerlich vermieden werden, und begreiflicher Weise folgte aus so zahlreichen Experimenten, die, ungeachtet der verschiedenen Angriffsstellen, gleichförmige Resultate ergaben (bei oberflächlicher Reizung keine Reaction, bei der tiefen Reizung Convulsionen) das Corollar: Grosshirn und Kleinhirn haben dieselben Functionen, beide vermitteln Bewegung und Empfindung.

Zur Frage der contralateralen Innervation nahm Haller insoferne Stellung, als er dieselbe durch Versuche bewährter Autoren (Molinelli, Pourfour du Petit), sowie durch eigene Experimente und pathologisch-anatomische Erfahrungen für positiv gelöst ansah, jedoch nur für die Marksubstanz gültig hielt. Eigenthümlicher Weise bemerkt er in Bezug auf den oben erwähnten Lehrsatz des Hippokrates über gleichseitige Convulsion und oppositionelle Lähmung: „C'est a ce théorème de pratique que je rapporte la courbure en arc des chiens, dont en blesse la partie médullaire du cerveau."

Eine nicht geringe Zahl von Thierversuchen stellte Haller auch über die Function des Rückenmarks an, sowohl Reiz- als Durchschneidungsexperimente. Bei den ersteren beobachtete er Convulsionen, bei den letzteren Lähmungen der abwärts gelegenen Theile. Aber auch auf diesem Gebiete verräth sich eine Mangelhaftigkeit, die man nicht erwarten sollte. So berichtet er z. B. von mehreren, an Fröschen gemachten Erfahrungen, aus denen eine grosse Unabhängigkeit des animalen Lebens vom Gehirn hervorging, ohne dass der

hierin zwischen Kalt- und Warmblütern bestehende Unterschied scharf hervorgehoben wird. Wurde das Rückenmark unmittelbar unter dem Kopfe durchtrennt[8]), so verloren die Vorderbeine die willkürliche Bewegungsfähigkeit, reagirten aber auf Reizung ihrer Muskelnerven; die Hinterbeine dagegen büssten nichts von ihrer Motilität und Sensibilität ein: „Car l'animal souffrit impatiemment les blessures du pied, il y conserva le mouvement volontaire, il tira ses pieds a soi et sauta pour s'enfuir." Hunde zeigten dagegen vollständige Lähmung der Extremitäten. Ein weiterer Mangel liegt darin, dass in den Beschreibungen die Höhe der Rückenmarksdurchschneidungen selten angegeben ist, als wenn das Resultat hiedurch nicht wesentlich alterirt würde.

Ein Beweis für die functionelle Gleichwerthigkeit der Hirnabschnitte ergab sich auch aus den Versuchen, welche die Frage nach der besonderen Lebenswichtigkeit einzelner Theile behandeln. Bei dieser Gelegenheit konnte Haller die Hypothesen des Willis, Lancisi und La Peyronie, Mieg u. A. ad absurdum führen. Der Beweis gründete sich einerseits darauf, dass die Verletzung des Kleinhirns, Balkens, Rückenmarks etc. nicht immer tödtlich wirke, andererseits darauf, dass unter Umständen die Läsion oder Zerstörung jedes Hirntheils letal endigen könne.

Was das Cerebellum anlangt, so überzeugte sich Haller wiederholt selbst, abgesehen von den Beobachtungen seiner Schüler, dass bei vorsichtigem Vorgehen auch grosse Thiere, wie Hunde, Katzen, schwere Läsionen des Kleinhirns kürzer oder länger überleben, und dass namentlich die Athmung und Herzthätigkeit noch einige Zeit fortdauere: „post lentam cerebri destructionem, cerebello exemto, canis aliquamdiu supervixit." Das Gleiche fand er bei schweren Verletzungen des Grosshirns: „neque cerebrum dimidium aut totum amissum animal necasse, etiam post 24 horas." Zur

Bestätigung konnte er zahlreiche pathologisch-anatomische oder chirurgische Befunde heranziehen (Willis, Gölicke, Hartsoeker u. A.). Andererseits lehrten zahlreiche Versuche der Vorgänger und pathologische Erfahrungen, dass schwerere Eingriffe resp. Blutungen, Eiterungen, verschiedenartige Affectionen, sei es des Gross- oder Kleinhirns, die Todesursache bilden können. Daraus ergab sich, dass das Kleinhirn keine grössere vitale Bedeutung besitzt, wie das Grosshirn; auch erschöpfe sich die Leistung des Cerebellums nicht ausschliesslich in der Leitung vegetativer Thätigkeiten.

Schwieriger erschien die Widerlegung der Ansicht, dass die Oblongata oder das oberste Halsmark[9]) eine ganz exceptionelle Stellung im Organismus einnimmt. In diesem Punkte konnte Haller nicht umhin, die alten Volkserfahrungen, die Ergebnisse seiner Vorgänger und insbesondere die überraschenden Experimente Lorry's anzuerkennen, um so mehr, als auch Zinn sich gedrängt fühlte, dem verlängerten Mark jene Prärogative zuzugestehen, welche bisher das Kleinhirn in den Hypothesen einnahm. So sagt Haller, selbst wenn die Verletzung des Cerebellums stets ungünstigen Ausgang hätte, dürfte man den Sitz der Seele nicht dahin verlegen, weil bei Warmblütern die Verletzung des Halsmarks noch gefährlicher und rascher wirke. Trotzdem machte er auch das letztere nicht zum materiellen Substrat der Seele, weil chirurgische Erfahrungen lehrten, dass Läsionen des Rückenmarks, selbst in der Nackengegend, ohne psychische Störungen verlaufen. („In homine, cum medulla spinali utcumque compressa et vitiata etiam in collo, tamdiu integra mens sit, quamdiu supervivitur, diximus non posse in ea medulla animae sedem esse.")

Diese Bemerkung gehört zu dem Besten, was Haller lehrte. Fast allen, auf experimenteller Basis

aufgebauten Localisationstheorien lag der Denkfehler zu Grunde, dass jene Hirnstelle, welche mit der Vitalität verknüpft ist, auch den Sitz der einheitlich gedachten Seele darstelle. Dieser Denkfehler wurzelte in der uralten Identification der Seele mit der Lebenskraft. Daher kam es denn, dass zu Haller's Zeit und noch mehr gegen Schluss des Jahrhunderts viele Autoren auftraten, welche die Oblongata zum Seelensitz erkoren[10]). Mit weiser Beschränkung zog der Altmeister der Physiologie aus den experimentellen Resultaten, die eine Abhängigkeit der Herz- und Athmungsthätigkeit vom verlängerten Mark wahrscheinlich machten, nur den Schluss: „praecipuos cordis nervos ab ea sede medullae spinalis nasci; nam caeterum vitia hujus partis corporis irritatae mentis officia non turbant."

Was endlich das Rückenmark betrifft, so erwiesen seine Versuche, dass dessen Verwundung keinen plötzlichen Tod hervorruft und die Bewegung des Herzens, der Respirationsmuskulatur, der Gedärme fortbestehen lässt. Auch die Erfahrungen am Menschen lehrten, dass Traumen des Rückenmarks zwar hochgradige Störungen verursachen, aber keinen plötzlichen Tod bedingen. Insbesondere gelte dies von den Verletzungen in der Lendengegend: „In lumbis ita non necat, ut subinde vulnera et luxationes sanentur."

Am leichtesten konnte es für das Corpus callosum erwiesen werden, dass die Hypothesen, welche die Fortdauer des Lebens von der Integrität der Grosshirnabschnitte abhängig machten, auf Sand gebaut waren.

Da somit durch die Versuche die functionelle und vitale Gleichwerthigkeit aller Munpttheile des Centralnervensystems bewiesen zu sein schien, so lag es nahe, anzunehmen, dass der eine für den anderen vicariren könne. Was Flourens also in

ähnlichem Sinne vom Grosshirn behauptete, schrieb Haller in gewissem Sinne dem ganzen Centralnervensystem resp. der Marksubstanz zu: „Potest, quando medulla spinalis periit, aliquid a nervi sympathici magni radicibus cerebralibus sperari et quando cerebellum violatur a cerebri integritate vis vitalis suppeditari aut vicissim, quando cerebrum destruitur a superstite cerebello.“ Namentlich sollte dieses Gesetz für niedere Thiere, Kaltblüter und Insekten, Geltung haben, bei denen selbst complicirte Bewegungen und eine, als Zeichen bewusster Empfindung gedeutete, intensive Reaction auf Reize beobachtet wurde, nachdem sie enthauptet oder des Gehirns beraubt worden waren, und das Rückenmark gleichsam alle Functionen übernommen hatte. Der von manchen Forschern vertretenen Lehre, dass bei niederen Thieren vielleicht nur im Rückenmark die Empfindung und Bewegung centralisirt sind[11]), stellte Haller andere Beobachtungen entgegen, aus denen hervorging, wie häufig an den abgeschnittenen Köpfen von Vögeln, Vipern, Fröschen etc. Bewegungen bemerkt wurden, woraus mit demselben Rechte auf den Sitz der Bewegung und Empfindung im Kopfe geschlossen werden könnte.

Wir erwähnten oben, dass Haller in den meisten seiner Rückenmarksexperimente Athmung, Herzbewegung und Darmperistaltik einige Zeit fortdauern sah. Im Zusammenhang mit der Irritabilitätslehre, welche ja den zur Erhaltung des Lebens dienenden Organen, dem Herzen, dem Zwerchfell und den Gedärmen, den höchsten Grad von Irritabilität zuerkannte, ist es begreiflich, dass er derartige Befunde ganz im Sinne seiner Lehre deutete, d. h. für Beweise der völligen Unabhängigkeit dieser Theile vom Centralnervensystem nahm.

Gleich seinem Schüler Zimmermann bemerkte er wiederholt, dass z. B. bei Fröschen die Herzaction durch die Enthauptung anfangs kaum alterirt wurde, dass bei Hunden

das Herz nach Durchtrennung des Rückenmarks unter dem Kopfe eine Stunde und selbst länger fortschlug. Die Herzbewegung [12]) überdauerte sogar die Darmperistaltik. Umgekehrt sah Haller nach Vagusreizung keine Beschleunigung des Herzschlags, wie man, entsprechend der damaligen Vorstellungsweise, erwartete.

Durch Haller und seine Anhänger wurde ein altes Problem [13]), dem die Wissenschaft geraume Zeit hindurch mit einer gewissen Zaghaftigkeit aus dem Wege gegangen war, wieder auf die Tagesordnung gesetzt und einer kritischen Untersuchung unterworfen, wir meinen das Problem, ob und inwiefern das Herz vom Centralnervensystem abhängig ist. Die Ansichten über das Wechselverhältnis von Herz und Hirn ziehen sich wie ein rother Faden durch die Geschichte der Physiologie, aber meist blieb der Zwiespalt über die Frage latent oder verbarg sich unter anderen Formen. Als mit der Haller'schen Irritabilitätslehre scheinbar [14]) eine ganz neue Theorie auf den Plan trat, welche den Nervenimpuls auf ein Minimum beschränkte, die ganze Bewegung vorwiegend auf die immanente Eigenschaft des Muskelgewebes, sich contrahiren zu können, zurückführte, musste der alte Streit wie nie zuvor entfacht werden. Die Lösung des Problems glich leider nur allzusehr dem Durchhauen des gordischen Knotens. Das Herz sollte nämlich den höchsten Grad der Irritabilität besitzen, welche sich darin bekunde, dass erstens schon der mechanische Reiz des Blutes zur Anregung seiner Bewegung genüge und zweitens, dass die Reizbarkeit am längsten nach dem Tode, sogar an einzelnen, vom Körper gänzlich losgetrennten Theilen des Körpers fortbesteht. Während die Thätigkeit der willkürlichen Muskeln nur von der Seele angeregt werden kann, erfordere der Herzmuskel lediglich mechanische Reize.

Zwei Thatsachen standen der Anerkennung dieser Grund-

sätze, welche das Nervensystem geradezu wirkungslos, soweit es die Herzaction betrifft, erklärten, entgegen: der Einfluss der Leidenschaften auf den Puls und die Existenz der Herznerven. Diese Bedenken vermochte Haller keineswegs zu zerstreuen, vielmehr widersprach er sich an verschiedenen Stellen seiner Werke in auffälligster Weise (worauf Platner, Behrends, Prochaska eindringlich hinwiesen), indem er bald den Nerveneinfluss völlig leugnete[15]), bald in beschränktem Sinne zugab[16]). Immerhin gebührt ihm das Verdienst, die Frage in rascheren Fluss gebracht zu haben, wodurch mittelbar eines der Hauptthemen der späteren Hirn- und Rückenmarksphysiologie angeregt wurde.

Wie es immer geschieht, gingen manche seiner Anhänger[17]) radicaler vor, indem sie die Herzbewegung von nervösen Einflüssen gänzlich loslösten und ausschliesslich in der immanenten Irritabilität ihren Ursprung sahen. Dahin führten sie folgende Beobachtungen. Erstens dauere nach der Enthauptung, nach der Durchtrennung des Rückenmarks im Nacken, nach der Durchschneidung der Herznerven die Herzthätigkeit noch eine Zeit lang fort; zweitens rufen mechanische oder andersartige Reizungen der Herznerven keine Veränderung hervor, die Reizung der Oblongata oder des Rückenmarks bewirke wohl Muskelzuckungen, aber keine Alteration der Herzaction; drittens pulsire auch das ausgeschnittene Herz.

In consequenter Weise glaubten endlich Manche, wie z. B. Fontana, die Frage damit aus der Welt zu schaffen, dass sie die Existenz der Herznerven in Frage zogen[18]), d. h. dass die sogenannten Herznerven für Nerven des Pericardiums oder der Gefässmembranen erklärten. So weit führte die Theorie von der Wahrheit ab, dass man zu Gunsten einer Theorie handgreifliche anatomische Facten entstellte! In eine neue Phase konnte die Frage

übrigens erst in dem Zeitpunkte treten, als man die Leistung der Ganglien in Erwägung zog, als man sich über die Wirkung der Vasomotoren klar wurde.

Die intensive Beschäftigung mit den Phänomenen des Kreislaufs leitete Haller auch dahin, im Vereine mit seinem Schüler Walsdorf den Zusammenhang desselben mit der Hirnbewegung zu studiren. Die Früchte dieses Studiums bestanden in der Aufstellung des Gesetzes, dass während der Exspiration eine Elevation, während der Inspiration eine Depression des Gehirns stattfinde, welche ihre Quelle in der venösen Rückstauung resp. in der Verstärkung des venösen Abflusses haben. Die Rückstauung, so lehrte er, komme im Stadium des Ausathmens durch Compression der grossen Venenstämme zu Stande. Jedoch bilde die Hirnbewegung keine physiologische, keine normale Erscheinung (abgesehen vom Kindesschädel), sie erfolge nur in abnormen Zuständen, die mit einer Continuitätstrennung der Schädelkapsel verbunden sind.

Fast gleichzeitig mit Haller hatte Lamure[19]), der auch seine Priorität ziemlich erfolgreich geltend machen konnte, die Hirnbewegung auf den Fluxus und Refluxus des venösen Blutes zurückgeführt. Nach Lamure finde nicht allein in die Sinusse eine Rückstauung statt, sondern auch von den Sinussen in die Hirnvenen. Er beobachtete genau eine oberflächliche Hirnvene[20]) am blossgelegten Gehirn und fand, dass dieselbe bei jeder Elevation des Organs stärker gefüllt erschien, bei jeder Depression hingegen leerer wurde. Durch gänzliche Unterbindung der Carotiden und Vertebralarterien brachte er die Bewegung zum Stillstande, bisweilen wurde dieser, oder doch eine Abschwächung der Bewegung durch Unterbindung oder Durchschneidung der Carotiden allein erzielt, was schon lange vorher Wedel bemerkt hatte (Physiol. c. 3).

Durch Haller, Lamure und Lorry wurde die Abhängigkeit der Gehirnbewegung von respiratorischen Einflüssen festgestellt, jedoch suchten in der Folgezeit manche Forscher die Pulsation der basalen Gefässe ausschliesslich für die Erklärung in Anspruch zu nehmen, bis man endlich mit Flourens' Ergebnissen dahin kam, beiden Momenten gleiche Würdigung angedeihen zu lassen[21]).

Durch das Beispiel oder die persönliche Anregung Haller's angefeuert, wandte sich eine grosse Zahl ausgezeichneter Aerzte der Experimentalforschung zu, und jene Summe geistigen Strebens, welche früher in leerem Gedankenspiele himmelstürmender Hypothesen vergeudet wurde, durchgeistigte nunmehr die naturwissenschaftliche Betrachtung. Immer mehr nahm der Strom wissenschaftlicher Mitarbeiter an Breite zu, immer weiter wurde der Kreis der Beobachter. Trotzdem gewann die Physiologie des Centralnervensystems nicht so viel an Tiefe, wie man entsprechend der imponirenden Menge von Arbeiten erwarten sollte. Zum Theil erklärt sich dies daraus, dass die Autoren mit der Hochachtung vor Haller's Persönlichkeit eine grenzenlose Unterwürfigkeit unter seine einmal ausgesprochenen Meinungen verbanden und kaum über seine Forschungsergebnisse hinauszugehen wagten. Von den Gegnern aber waren wenige fähig, seine Irrthümer mit Argumenten zu bekämpfen, aus denen dauernder Nutzen für die Fortentwicklung des Wissens erwuchs. Die Untersuchungen bezweckten meistens nur die Nachprüfung der Haller'schen Thierversuche und behandelten nur so weit, als sie der Bestimmung der Sensibilität verschiedener Körpertheile nachgingen, gehirnphysiologische Fragen. Wenige wussten den Problemen neue Seiten abzugewinnen oder gar nur Fragen aufzuwerfen, oder die Rüstkammer der Methode zu bereichern. Zu diesen Wenigen zählten Haller's

Schüler Zinn und Zimmermann, der dänische Chirurg und Physiolog Heuermann, der Franzose E. J. P. Housset, Professor in Montpellier, die italienischen Forscher Caldani und Fontana.

Wir erwähnten schon oben, dass Zinn in seiner Schrift, Experimenta circa corpus callosum, cerebellum, duram meningem in vivis animalibus instituta (Gött. 1749), durch Kleinhirnexperimente gegen die Willisianische Theorie erfolgreich zu Felde zog und ihr jeden sicheren Anhaltspunkt für immer raubte. Mit gleicher Schärfe richtete er sich auch gegen die Theorie Lancisi's, welche unter den Zeitgenossen durch die einflussreiche Parteinahme des französischen Chirurgen La Peyronie grossen Anhang gewonnen hatte. Es galt nun, auf dem Wege des Experiments, welches La Peyronie verschmäht hatte, die schon aus vergleichend anatomischen Gründen schwer haltbare Ansicht, dass der Balken den Sitz der Seele, den Urquell der Lebenskraft darstelle, zu widerlegen. In fünf an Hunden und Katzen angestellten Versuchen, zu deren Beschreibung stets ein erschöpfender Sectionsbericht und eine Epikrise hinzugefügt sind, ergab sich die völlige Grundlosigkeit der Annahme, dass Verletzungen des Balkens unaufhaltsam den Exitus letalis nach sich ziehen. Die Methode, der sich Zinn bediente, bestand darin, dass er durch den Schädel einen Troikart nach verschiedenen Richtungen einstiess, um das Corpus callosum zu treffen, wobei natürlich unbeabsichtigt auch andere Hirngebilde verwundet wurden, die entsprechende sensible oder motorische Phänomene producirten. In einem seiner Experimente operirte er am blossgelegten Gehirn und dehnte seine Untersuchung auch auf das Gehirnmark, die Medulla oblongata und das Kleinhirn aus. Wir wollen in Kürze aus der Schilderung seiner Versuche Einiges mittheilen, da sie sehr anschaulich zeigen, wie die erzielten Resultate oft mehr vom

Zufall als von dem intendirten Angriffspunkte abhingen. Im ersten Experiment diente ein Hund als Versuchsthier. Hier heisst es: „Instrumentum Troisquarts dictum per canis mediocris magnitudinis, anteriorem capitis partem, supra sinum longitudinalem adactum trajeci per totam cerebri molem, ut in ossibus baseos cranii firmiter infixum haereret . . .“ Daraus geht hervor, dass zum Zwecke eines Experiments am Balken nicht bloss dieser, sondern auch der Sinus longitudinalis und eine ganze Hemisphäre durchstossen wurde. In der That wies die Section einen Stich auf, welcher vom Sinus longitudinalis begann und sich durch den Balken, den Ventrikel und den Streifenhügel bis zur Basis verfolgen liess. Da aber der Tod erst am zweiten Tage eingetreten war, so konnte der Versuch als eine Widerlegung der Ansicht La Peyronie's angesehen werden, d. h. er diente zum Beweise, dass Balkenverletzungen nicht unmittelbar tödtlich ausgehen. Die Symptome, welche das Versuchsthier bot, waren folgende: Zuerst verrieth es gar keine Veränderung (canis statim post ictum ita se habuit quasi nihil mali sibi accidisset), sodann verfiel es in einen comatösen Zustand, der in normalen Schlaf überging. Als Zinn den Troikart herauszog, veränderte sich das Bild mit einem Schlage, indem das Thier kläglich heulte, eine motorische und sensible Lähmung der rechten Seite aufwies und wiederholt erbrach. Die Pulsfrequenz war bedeutend erhöht. Später verfiel der Hund in Stupor, um am nächsten Tage zu verenden.

Ausser der Demonstration des angestrebten Zweckes lehrte dieses Experiment auch, dass die Lähmungen contralateral bedingt sind. Ebenso wie im ersten, verfuhr Zinn auch im zweiten Experiment, nur dass er weiter hinten einstach, ohne den Sin. longit. zu durchbohren. Hier ergab die Section die Mitverletzung eines Sehhügels. Im dritten Versuche wollte Zinn die Blutung vermeiden und stiess den

Troikart von rechts nach links in die Basis. Es trat keine Lähmung auf, das Thier blieb längere Zeit munter. Der Stichcanal ging, wie der Sectionsbefund aufdeckte, quer durch den Balken an der Seite des Nerv. opt. zur Basis. Beim nächsten Versuchsthiere, welches anfangs betäubt war, sich nach einigen Stunden erholte, aber später an der linken Seite gelähmt wurde, fand sich neben dem Corpus callosum der Thalam. opt. durchbohrt.

Grössere Mannigfaltigkeit von Eingriffen bestimmte die beobachteten Erscheinungen zweier weiterer Versuche. Der erstere verlief folgendermassen: Zinn stiess einen Troikart einmal von rechts nach links, das andere Mal in umgekehrter Richtung durch den Schädel. Anfangs bewegte sich der Hund vollkommen frei, am folgenden Tage bemerkte man zwar etwas Schlaffheit, doch soll die Motilität und Sensibilität unverändert geblieben sein. Darauf stach Zinn zwischen Atlas und Occiput in die Med. oblong. Nach einer halben Stunde, während welcher der Hund, nicht ohne Zeichen von Empfindung und Bewegung zu verrathen, völlig verfallen war, erfolgte Exitus. Bei der Nekroskopie fand man das Corpus callosum durch die beiden transversalen Stiche durchbohrt. Der links beginnende Stich hatte den Pes hippocampi, der rechtsseitige den linken Sehhügel getroffen, die Medulla war mitten durchstossen.

Im sechsten Experiment operirte Zinn am blossgelegten Hirn. Der Schädel wurde mittelst Säge geöffnet, das Hirn schichtenweise bis zum Balken abgetragen. Sodann wurde der letztere durchschnitten und der Ventrikel eröffnet. Während das Versuchsthier sich bei der Zerreissung der Dura mater ruhig verhalten haben soll, reagirte es während der Reizung der Marksubstanz aufs Heftigste durch Heulen und „Bewegungen“. Um nun noch die Bedeutung des Kleinhirns für Athmung und Herzaction zu erforschen, trennte Zinn

die Medulla oblongata (wo?) durch einen Schnitt ab und entfernte langsam das Hirn aus dem Schädel. Die Athmung und Herzaction überdauerte die Herausnahme des Kleinhirns noch einige Minuten. Hierauf verletzte er noch das verlängerte Mark und beobachtete heftige Krämpfe, die um so mehr die hinteren Extremitäten befielen, je tiefer der Stich eindrang. Dieser Versuch bewies die Unrichtigkeit der Hypothesen des Willis und Lancisi und demonstrirte die Empfindlichkeit des Hirnmarks, welche sich durch heftige Schmerzäusserungen (ejulatus et clamor) beziehungsweise Bewegung kundgab, welch letztere jedoch, wie fernere Versuche erwiesen, nur dann der Reizung folgte, wenn das Instrument weiter nach der Tiefe und gegen das verlängerte Mark hin eindrang (Verletzung der Stammganglien, Hirnschenkel, Vierhügel, Pons etc.). Bei solchen Reizversuchen beobachtete Zinn auch die Reitbahnbewegung, welche er auf einseitige Lähmung zurückzuführen versuchte. So schildert er z. B. einen Versuch, in welchem er einem Hunde wiederholt mit dem Troikart in die Tiefe der Hemisphären stach. Das Thier wandelte anfangs wie betäubt umher, verfiel aber nicht in Convulsionen. Als er aber das Instrument tiefer eindringen liess, verwandelte sich rasch die Bewegungsart in eigenthümlicher Weise: Paulo post per gyrum circumambulat per aliquot minuta, ut equi, qui molendinas movent. Die Erklärung dieser Manègebewegung gab Zinn, auf die contralaterale Innervation anspielend, mit den Worten: „Facile hujus rei ratio reddi potest ex veritate illa anatomica, laeso alterutro hemispheris, musculos lateris oppositi paralyticos fieri. Cum enim, hanc ob causam, musculi pedum lateris sinistri nimis essent debiles, quam ut satis commode illis uti et insistere posset, fieri non potuit, quin, quam recta procedere vellet illi singulis partibus sinistrorum deflecterentur.“ Durch Verwundung des Kleinhirns, wobei eigentlich das verlängerte

Mark an verschiedenen Stellen Läsionen erlitt, rief er Convulsionen verschiedener Art, bisweilen auch Opisthotonus hervor. Auf eine genauere Localisation wurde gar nicht gesehen, weil nur bewiesen werden sollte, dass auf Reizungen der Marksubstanz überhaupt Reactionen erfolgen, die von der Dura mater oder von der Rinde nicht ausgelöst werden können. Die Reizungen der harten Hirnhaut wurden mittelst Scalpellstichen, Nadelstichen, Aufträufelung von Sublimatlösung, Vitriolöl, Spiritus etc. vorgenommen. Während die Versuchsthiere die Manipulationen an der Dura ruhig ertrugen, gaben sie, wenn zur Controlle die Kopfschwarte gekneipt wurde, durch Heulen lebhafte Schmerzempfindung kund: „Ope trepani frustro orbiculari ex cranio capitis canis exsecto, ablata musculi temporalis parte, duram matrem nudatam pupugi, irritavi mucrone scalpelli, infudi solutionem Mercurii sublimati, sed animal nullum plane signum dedit doloris, omnis convulsionis expers. Cum hanc ob rem canem apoplecticum putarem, irritavi cutem pendulam, ille vero, optime se dolorem percipere, alto clamore testabatur ... Discissa dura matre, discerpsi, pupugi, irritavi corticem, nullum doloris signum in animale adparuit.“ Bei diesem Experiment beobachtete Zinn auch die Hirnbewegung und fand sie isochron mit dem Arterienpuls: „Motus durae matris motui arteriarum synchronus fuit, quarum in diastole attollebatur, in systole subsidebat.“ Recht interessant ist noch ein kleiner Versuch, welcher wohl ganz anders hätte fructificirt werden können, wenn der Gesichtskreis physiologischer Erfahrung weiter gewesen wäre. Eine Taube mit exstirpirtem Grosshirn konnte stehen und verschluckte in Mund gestopftes Futter. Dieses Experiment lehrte ihn bloss, dass Wegnahme des mächtigsten Hirntheils unter Umständen bei Thieren ohne beträchtliche Einbusse ertragen werden und dass eine Art von vicariirender Substitution der Hirntheile eintreten kann.

Das Princip der Reflexactionen war noch völlig unbekannt, dennoch fand sich Zinn bereits auf dem Wege zur Entdeckung der Reflexbewegung, wenn auch er als Medium derselben nicht die Ganglien, sondern die Nervenanastomosen in Erwägung zog. Dies geht aus seiner Erklärung des „Consensus" hervor, welche im Gegensatze zur herrschenden Lehre stand, die das Sensorium commune zum alleinigen Umschaltungsorgan machte, was man aus folgender Stelle entnehmen kann: „Notandum hic praeterea esse putavi, me non satis esse persuasum de veritate illius hypotheseos omnem consensum fieri unice intermedio sensorio communi. Neque enim hac cum sententia conciliare observationes illas infantum sine cerebro viventium, nec video quem in finem natura tot fecerit anastomoses nervorum, illisque interdum canales per durissima ossa formaverit, si nervi nusquam directe inter se consentiant."

Die Ergebnisse der Versuche Zinn's, welche die Theorien von Willis, Lancisi und Pacchioni-Baglivi widerlegten, die Bedeutung der Medulla oblongata für das Leben ins rechte Licht setzten, lassen sich in folgenden Sätzen resumiren: Die Dura mater ist nicht sensibel[23]), die Reizung der Marksubstanz verursacht Schmerzäusserung, unter Umständen Convulsionen, Zwangsbewegungen; die Läsionen des Balkens sind um nichts gefährlicher als die Läsionen anderer Hirnabschnitte; die Leistung des Balkens bestehe wahrscheinlich in der functionellen Verknüpfung beider Hemisphären[24]); Verletzungen des Kleinhirns produciren universelle Convulsionen, bedingen aber keinen sofortigen letalen Ausgang. Es giebt keinen Theil des Gehirns, dessen Verletzung nicht zuweilen den Tod hervorrufen kann. Der Sitz der Seele erstreckt sich über das ganze Gehirn („animae sedem per omne cerebrum esse extensam").

Durch diese Resultate wurde zwar freie Bahn geschaffen für neue Forschungen, aber der Fehler, welcher in den bisherigen Untersuchungen lag, nicht aufgedeckt, vielmehr folgte man den ausgetretenen Spuren der Vorgänger, und gerade die jeder Hirnlocalisation abholde Denkrichtung hinderte die genaue Localisation des Eingriffes.

Gleichen Geist wie Zinn's Experimente verrathen diejenigen, welche ein anderer Schüler Haller's, Zimmermann, in seiner Inauguraldissertation: De Irritabilitate, Gött. 1751, veröffentlichte[25]). Die Versuche bestätigten, dass Dura und Hirnrinde keine Sensibilität besitzen im Gegensatze zur Marksubstanz. An einigen Experimenten wurde sofort oder rasch eintretender Tod nach Kleinhirnexperimenten beobachtet, während sich die Verletzung des Rückenmarks begreiflicher Weise nicht immer tödtlich erwies. So dauerte z. B. bei Hunden, bei denen nach Durchschneidung der Medulla zwischen dem zweiten und dritten Halswirbel intensive Convulsionen ausgelöst worden waren, die Respiration noch eine Zeit lang fort. Unter den Convulsionen oder Zwangsbewegungen, welche Zimmermann beobachtete, beschrieb er wiederholt auch Episthotonus und Opisthotonus (Le corps se courba tantôt en arrière tantôt en avant[26]). Ebensowenig wie Haller oder Zinn, versuchte Zimmermann die Stellen genauer zu bestimmen, durch deren Reizung derartige Zwangsbewegungen oder Convulsionen hervorgerufen werden können, obzwar man doch frühzeitig darauf aufmerksam wurde, dass zur Production der Phänomene eine gewisse Tiefe des Eindringens nöthig ist.

Von grossem Interesse ist es, dass Zimmermann das Problem, ob Kaltblüter ohne Gehirn fortzuleben fähig sind, eingehender experimentell studirte, indem er an enthaupteten oder des Gehirns beraubten Fröschen Beobachtungen anstellte und in die Versuchsanordnung eine gewisse Variation zu bringen verstand. Durch die bei

der Operation stattfindende Reizung wurden zuerst allgemeine Convulsionen veranlasst. Die Thiere setzten ihre Sprungbewegungen fort und reagirten auf Reize mit grosser Lebhaftigkeit. Es zeigte sich eine gewisse Zweckmässigkeit der Bewegungen. Wurde der Frosch gestochen, so zog er sich zurück und suchte durch Sprung zu entfliehen (elle tâcha de s'echapper par un saut). In einem Falle flüchtete sich der Frosch 8 Stunden nach der Enthauptung, wenn ein Schenkel durch Stechen oder Kneipen gereizt wurde.

Wir glaubten auf diese Versuche deshalb ganz besonders hinweisen zu müssen, weil sie zu jenen gehörten, die das Denken zur Auffassung der Reflexmechanismen allmählich empfänglich machten.

Endlich sei noch erwähnt, dass Zimmermann ebenso wie Haller die Herzthätigkeit vom Centralnervensystem unabhängig hielt, wovon er sich wiederholt experimentell zu überzeugen suchte. So beobachtete er bei einem Hunde, dessen Hirn und Rückenmark zerstört worden war, noch nach einer Stunde die Herzthätigkeit fortdauernd.

Auch des dänischen Chirurgen und Physiologen Heuermann haben wir oben gedacht und dabei hervorgehoben, dass er zu jenen gehörte, welche die Ueberschätzung der vitalen Bedeutung des Kleinhirns wesentlich eindämmten. In keinem seiner Fälle sah er sofortigen Tod durch Kleinhirnverwundung bewirkt, was jedenfalls ein günstiges Licht auf seine Operationstechnik wirft. Schwere Symptome oder ein nach 4 bis 5 Tagen erfolgender Exitus bildeten nur die Consequenz von Eingriffen, die tief in die Marksubstanz hinabreichten, während Läsionen der Rinde weniger gefährlich wurden. Ueberhaupt nöthigten ihn die Reizphänomene, den Sitz der Seele, des Sensorium commune im Sinne Haller's in der Marksubstanz des ganzen Gehirns anzunehmen. Die Rinde, welche nach

seiner Ansicht nur aus Gefässen zusammengesetzt sei, wäre für Bewegung und Empfindung bedeutungslos und bilde nur ein Schutzorgan. Gross- und Kleinhirn treten vicarirend für einander ein. Der harten Hirnhaut stritt er sowohl auf Grund physiologischer als chirurgischer Erfahrung, auf deren Details wir nicht eingehen wollen, die Empfindungsfähigkeit ab. Wegen der innigen Verwachsung mit dem Schädel besitze die Dura beziehungsweise das Gehirn im Normalzustande keine Bewegung. Versuche bei eröffnetem Schädel seien nicht beweisend wegen der modificirten Grundbedingung. Für den Fortbestand des Lebens seien, wie die Experimente zeigen, die Medulla oblongata und der oberste Theil des Rückenmarks am wichtigsten. Von dort zögen wahrscheinlich Fasern zu den Eingeweiden. Die Irritabilität leitete Heuermann von den Nerven her und meinte, dass denselben eine „Vis insita“ innewohne, vermöge welcher sie, gereizt, auch ohne Gehirnimpuls auf die Peripherie zu wirken im Stande sind.

Was die Bewegung anbelangt, so finde eine contralaterale Innervation statt, wovon er sich durch eigene Versuche mehrmals überzeugt habe.

Der französische Forscher Housset[27]), welcher Haller's Lehren zu bestätigen unternahm, begnügte sich nicht damit, die Marksubstanz „sensibel“ zu finden, sondern er versuchte eine genauere Localisation der Stellen ausfindig zu machen, von welchen Convulsionen auszulösen wären. Er bewerkstelligte dies in der Weise, dass er ein rundes Bleistück oder einen Bleicylinder mittelst einer daran fixirten Nadel in die Hirnmasse mehrerer Versuchsthiere so lange eindringen liess, bis convulsivische Bewegungen ausgelöst wurden. In den meisten Fällen fand sich der Versuchskörper auf den Streifenhügeln. Dieses erklärte er demnach als Ursprungsstätten der Empfindung, d. h. als jene erregbaren Stellen, von denen aus die Convulsionen hervorgerufen werden: „On doit

donc regarder ces corps comme le point, où commence la sensibilité dans le cerveau et le premier siège des convulsions que ce viscère fait naître dans la machine corporelle.“ Diese Erfahrung wurde auch durch die Untersuchungen Caldani's bestätigt. Ausserdem beobachtete Housset Convulsionen, wenn das Bleistück in die Medulla oblongata eingedrungen war, oder wenn das Halsmark gereizt wurde.

Eigenthümlicher Weise wurden die erregbaren Stellen nicht direct als Angriffspunkte des Bewegungsimpulses angesehen, wie es der heutigen Denkweise entsprechen würde! Hirnbewegung sah Housset nur dann, wenn die Luftpassage durch die Nasenlöcher gehemmt wurde, bei Erschwerung der Exspiration; er meinte daher, dass sie unter normalen Verhältnissen überhaupt nicht existire.

Bedeutendere Fortschritte machte die experimentelle Gehirnphysiologie, seitdem Leopoldo Marc Antonio Caldani (1725—1813[28]), der eifrigste Vertheidiger der Irritabilitätslehre in Italien, die „Sensibilität“ des Gehirns durch zahlreiche Thierversuche überprüfte. Seine Resultate veröffentlichte er zunächst in der Akademie von Bologna im Jahre 1756, woraus sie in die Sammelschriften von Tissot und Fabbri (opuscoli raccolti sull insensività et irritabilità Halleriana) übertragen wurden.

Wie Haller leugnet auch Caldani eine Hirnbewegung im Normalzustand. Häufig beobachtete er dieselbe erst, wenn die Dura mater eröffnet worden war, und zwar nicht immer entsprechend der Respiration, sondern synchron mit dem Arterienpuls. Bei Fröschen sah er allerdings mit Hilfe von Lupen die Hirnbewegung isochron mit den Athembewegungen. Ueber die Empfindlichkeit der harten Hirnhaut stellte er in Gemeinschaft mit Fontana und Molinelli, welch letzterer die Dura gegen Caustica schon lange vor

Haller (1725) für unempfindlich erkannt hatte, viele Experimente an, die aber zur Ehre der Wahrheit kein zweifelloses Ergebnis hatten. Viele Versuche bestätigten die Meinung Haller's, andere schienen darzuthun, dass durch Reizung der Dura (durch Kneipen mit der Pincette, Zerren bei der Lostrennung vom Schädel) Schmerzempfindungen auftreten. Besonders betrachtete Caldani diese Sensibilität an der inneren Seite der Hirnhaut, wenn er mit der Sonde an derselben sägende Bewegungen ausführte, oder ein Instrument anstemmte[29]); führte er eine starke Sonde oder eine Spatel zwischen Cranium und Dura ein, so verfielen manche Versuchsthiere hiebei in Zuckungen. Im Gegensatze hiezu stand die auch nicht selten erworbene Erfahrung, dass Reizungen mit Causticis (Salpetergeist) wirkungslos blieben. Caldani verfocht anfangs mit vollem Recht, dass die innere Durafläche sensibel sei, modificirte später aber sein Raisonnement, als Haller bei seiner Ueberprüfung zu dem gegentheiligen Schluss gelangte. Ueberdies wurden, wie schon erwähnt, die Angaben früherer Autoren über Nerven der Dura als Täuschung erklärt, Laghi und Fabbri wussten ihre Neuentdeckung nicht zu vertheidigen, und die Männer, die zu den trefflichsten Zergliederern gehörten, wie Zinn und Meckel, später Lobstein, konnten sich von der Existenz der Hirnhautnerven nicht überzeugen. Man war aber immer nur allzusehr geneigt, eine Erfahrung zurückzustellen, oder gar für Täuschung zu erklären, wenn sie sich nicht in das übliche theoretische Schema einreihen lässt.

In seinen sehr zahlreichen Experimenten über die „Sensibilität“ der Marksubstanz begnügte er sich nicht mit der einfachen Thatsache, sondern versuchte die reizbarsten Stellen aufzufinden, da ihn die, je nach der Wahl des Angriffspunktes, nach der Tiefe des Eindringens differenten Resultate auf die Annahme einer Localisation führten. Zu diesem Behufe be-

diente er sich einer roth gefärbten Sonde, die er so weit in die Hirnmasse eindringen liess, bis Convulsionen auftraten. Auf diesem Wege gelangte Caldani zum Schlusse, dass die Medulla oblongata viel sensibler sei wie das Hirnmark, und dass die Corpora striata den empfindlichsten, d. h. zur Auslösung von Krämpfen erregbarsten Theil des Gehirns darstellen.

Wie wir schon bei Housset hervorhoben, wurden entsprechend der damals herrschenden Anschauung die Streifenhügel nicht so sehr als Angriffspunkte der Bewegung, sondern als reizbarste Hirnabschnitte betrachtet. Erst viel später kehrte man wieder zu einer mehr naturgemässen Anschauung zurück, nachdem die Begriffsunterschiede von Empfindung und Reaction mehr geklärt worden waren, nachdem man erkannte, dass Bewegungen nicht in allen Fällen Kundgebungen bewusster Empfindungen darstellen. Uebrigens sprach sich Caldani selbst viele Jahre später (1781) (Saggi dell' Academia di Padova Tom I. 1786) über die Function der Streifenhügel viel deutlicher aus, indem er sie auf Grund von Versuchen und pathologisch-anatomischen Erfahrungen mit der willkürlichen Bewegung in Zusammenhang brachte. Zu dieser Annahme drängten ihn seine Experimente an Hunden, Lämmern, Ziegen, bei welchen er durch Verletzung eines Streifenhügels Lähmung der Extremitäten der gegenüber liegenden Seite hervorrufen konnte. Nach theilweiser Entfernung eines Corpus striatum fielen die Hunde auf die entgegengesetzte Seite, konnten sich nicht aufrecht halten, oder beugten krampfhaft Kopf und Rücken mit der Concavität des Bogens gegen die verletzte Seite gerichtet. Caldani meinte deshalb aus diesen Erscheinungen, die er auf contralaterale Lähmung zurückführte, schliessen zu dürfen, dass die Kreuzung der Hirnfasern besonders in den Streifenhügeln stattfinde

(che la sede principale dell incrocicchiamento delle fibre midollari del cerebro dee stabilarsi, più che altrove ne corpi striati . . . A me basta di aver procurato di provare con esperienze e con osservazioni de la maggiori o minori offese de corpi striati portano in consequenza la paralisia più o men grave, e forse più e meno estesa, dell opposto latodel corpo, e quindi in quello prominenze, più che altrove doersi porro l'incrocicchiamento delle fibre midollari[30]).

Durch Caldani wurde die Gehirnphysiologie um eine Reizungsmethode erweitert, welche fürderhin von grösster Bedeutung würde und eine neue Aera der wissenschaftlichen Entwicklung inaugurirte, wir meinen die Elektricität. Caldani im Vereine mit Fontana beobachtete nämlich, dass durch Application eines „elektrisch gemachten" Eisenstabes lebende oder frisch getödtete Frösche in Zuckungen versetzt werden können. Schnitt er die Cruralnerven nahe der Wirbelsäule ab und näherte er ihnen einen „elektrisch gemachten" Stab auf eine Entfernung von 2—4 Zoll, so geriethen die Muskeln der unteren Extremitäten in Contraction. Nach 50 Minuten erlosch die Reaction von den Nerven aus gegen jeglichen Reiz mit Ausnahme der Elektricität. Nadelstiche z. B. blieben wirkungslos. Wurde aber mittelst eines Messingdrahts die Verbindung der Nerven mit der elektrischen Maschine (Leydner Flasche) hergestellt, so erfolgte sogleich Muskelcontraction. Caldani verfolgte in zahlreichen Froschexperimenten den Einfluss des elektrischen Reizes auf die Nerven (Cruralnerven, Zwerchfellnerven etc.) und gelangte stets zu dem gleichen Ergebnis, dass die Elektricität am stärksten errege und noch wirksam bleibe, wenn alle anderen Reizarten versagen. Von besonderem Werthe war es auch, dass er die Beeinflussung der Herzthätigkeit durch den elektrischen Reiz exact zu bestimmen versuchte[31]). Die meisten jener Aerzte, welche zum Zwecke wissenschaftlicher Unter-

suchungen, oder therapeutisch die Elektricität verwendeten, hatten bemerkt, dass durch die Reizung eine Beschleunigung des Pulses hervorgerufen werde. (Gordon, Deiman, Cuthbertson, Kratzenstein, Nollet etc.) Caldani liess die Elektricität direct auf das Herz wirken und glaubte gefunden zu haben, dass die „elektrische Materie“ die Bewegung des Herzens vermehre. Freilich war damit nur der Irritabilitätslehre gedient, denn bald fand man, dass die elektrischen Reizungen der Herznerven negativ ausfielen (Fontana), dass vom Gehirn oder Rückenmark aus die Herzaction nicht modificirt werden konnte. Caldani sagt Folgendes darüber: „Ego ipse superioribus annis electricam materiam per cerebrum, per spinalem medullam, per nervos, in quorundam animalium cor determinavi, et quamvis nihil aeque validum ad contractionem ab aliis quiescentibus musculis extorquendam invenerim nunquam tamen sub iis obtinui periculis, ut etiam in animalibus frigidi sanguinis languentem cordis motum excitarem, aut quiescens cor in motum iterum reducerem.“ (Instit. phys. et path. § 70 L. B. 1784). Solche Befunde sprachen um so beweiskräftiger gegen die Annahme einer centralen Innervation des Herzens, da bald nach Caldani's ersten Versuchen von mehreren Forschern die Möglichkeit, Convulsionen der Extremitäten durch elektrische Reizung des Rückenmarks und Gehirns hervorzurufen, erkannt worden war. Schon ein Jahr nach der Bekanntmachung der Resultate Caldani's veröffentlichte Van den Bos[32]) Versuche über elektrische Reizung des Rückenmarks, und seither wurde diese Methode unter die Hilfsmittel der experimentellen Physiologie dauernd eingereiht. Weshalb sollte das Herz — so schloss man folgerichtig — unter Leitung des Centralnervensystems stehen, wenn der stärkste Reiz, welcher im Stande ist, vom Centrum allgemeine Convulsionen zu erregen, völlig einflusslos auf die Herzthätigkeit verbleibt? Ganz besonders richtete auch Felix

Fontana (1730—1805[33]) sein Augenmerk auf dieses Problem. Er reizte den Vagus, die Herznerven oder das Rückenmark in ausserordentlich geistvollen, an Fröschen oder Schildkröten angestellten Versuchen durch den elektrischen Funken unter Anwendung peinlicher „Exactheit", ohne je die mindeste Alteration der Herzaction beobachten zu können. Ebensowenig wie der elektrische, vermochten dies andersartige Reize (Nadelstiche, Caustica etc.).

„Je coupai la tête à 42 grenouilles et je decouvris à 15 autres le cerveau en élévant le crane. J'irritai alors avec une aiguille le cerveau ou la moëlle de l'épine et j'observais soigneusement si les mouvements du coeur en deviendraient plus forts, ou s'ils recommenceraient lorsqu'ils auraient cessé. Tant d'expérience et tant d'exactitude l'usage d'une pendule à seconde, enfin rien ne me fit voir que l'irritation du cerveau ou de la moëlle de l'épine ajoutât la moindre chose à la vitesse de ces mouvements ou parut avoir le moindre pouvoir sur le coeur." In einer späteren Schrift[34]) spricht sich Fontana dahin aus, dass die Nerven auf die Herzbewegung geringen Einfluss besitzen und dass dem Nervenfluidum überhaupt nur die Bedeutung eines accidentellen äusseren Reizes zukomme.

Hingegen beobachtete er, dass Caustica (Acid. nitr. fum., Aq. fortis) oder die Feuerhitze (Kerzenflamme, glühende Kohle) vom Rückenmark oder den Nerven aus intensive Convulsionen auslösen. Er schnitt beispielsweise 15 Fröschen den Kopf ab, applicirte bald das eine, bald das andere der genannten Reizmittel, sei es an das Rückenmark oder an die Cruralnerven, und sah stets allgemeine, auf den ganzen Körper ausgedehnte Krämpfe nachfolgen.

Fontana gehörte zu den eifrigsten Anhängern Haller's und trachtete, gestützt auf zahllose, mit seltener Erfindungsgabe und sorgsamer Genauigkeit unternommene Thierversuche, das Erfahrungsmaterial zu sichten und zu ergänzen. Um den

schon oben erwähnten Laghi, welcher der Dura Nerven zuerkannte, zu widerlegen, experimentirte er bei Thieren und auch Menschen an der harten Hirnhaut mit den verschiedensten Reizmitteln, ohne jemals auf eine Reaction, die Empfindung bekundete, zu stossen. Was Laghi und Andere für Nervenfasern der Dura hielten, erklärte er für blosses Zellgewebe.

Von besonderem Interesse sind Fontana's toxikologische Versuche[35]), welche sich theilweise auf das Centralnervensystem beziehen. Auf die ausführliche Darlegung der grossen Verdienste, die er sich um die Toxikologie erwarb, können wir hier nicht eingehen; wir wollen nur hervorheben, dass er auch die Wirkung der Gifte in Einklang mit der Irritabilitätslehre insoweit brachte, als er diese Wirkung für eine plötzliche Schwächung oder Erschöpfung der Reizbarkeit erklärte. Zu dieser Ansicht führten ihn merkwürdiger Weise zahlreiche Experimente, in denen er Reizungen des Nervensystems an Kaltblütern vornahm, die vorher mit Vipergift vergiftet worden waren. Reizte er z. B. bei Fröschen, die derartig präparirt waren (Einträufelung von Viperngift auf eine lädirte Stelle des Rückenmarks, Einstechen einer ins Gift getauchten Nadel in das Rückenmark, Aufträufelung auf das blossgelegte Hirn etc.), das Centralnervensystem, sei es vom Rückenmark oder Gehirn aus, erfolgte keine Bewegung oder ein kaum merkliches Zittern der Hinterbeine. Der Tod trat nach 3—4 Stunden ein. Auch das Herz verlor rasch seine Reizbarkeit; die unvergifteten Controllthiere lebten und bewegten sich dagegen 24—30 Stunden nach der Enthauptung und zeigten lebhafte Reaction auf die Rückenmarksreizungen. Eine volle Bestätigung der Anschauung, dass nicht das Nervensystem, sondern die periphere Reizbarkeit betroffen wurde, schienen mehrere an Fröschen und Kaninchen angestellte Versuche zu gewähren, welche ergaben, dass sich die tödtliche Wirkung des Viperngiftes auch nach Zerstörung des Rücken-

marks geltend machen kann. Fontana bestritt in Folge dessen mit Entschiedenheit, dass die Gifte in erster Linie auf die Nerven wirken. Ausser dem Viperngift verursachen, wie seine Versuche feststellten, auch Weingeist, Opium, Kirschlorbeeröl Lähmung. Brachte er bei Fröschen auf das entblösste Gehirn und die Medulla oblongata Weingeist, so schienen die Thiere nach 10 Minuten ihre Beweglichkeit verloren zu haben und gingen schon nach 35 Minuten zu Grunde. Manchmal traten zuerst Zuckungen auf. Nach Aufträufelung von Opiumlösung auf das Gehirn konnten sich die Frösche 20 Minuten später nicht mehr rühren. Besonders rasch erfolgte die Wirkung, wenn Fröschen Kirschlorbeeröl auf das Hirn gebracht wurde; schon nach wenigen Minuten wurden sie steif und bewegungslos, innerhalb 6 Minuten erfolgte gewöhnlich Exitus. Reizte er das Gehirn, so zog sich kein einziger Theil zusammen, wohl aber geriethen die Extremitäten in intensive Zuckungen, wenn eine Nadel ins Rückenmark gestossen wurde. Letzteres Ergebnis veranlasste Fontana zum Schlusse, dass das Kirschlorbeeröl zwar lähmend auf das Nervensystem einwirke, jedoch nur local an der Applicationsstelle.

Neben den genannten ausgezeichneten und auf verschiedenen medicinischen Gebieten vielfach bewährten Forschern unterstützten noch zahlreiche andere Aerzte auf dem Wege des Thierversuchs die Irritabilitätslehre und förderten hiedurch nicht unwesentlich die experimentelle Gehirnphysiologie. Denn wenn ihre Resultate auch, in treuer Anlehnung an Haller, meist so ausfielen, dass sie einer Rectificirung in hohem Grade bedürftig waren, so reizten sie eben zu neuen Nachforschungen, zur Anwendung der experimentellen Methode und gewöhnten hiedurch die Forschung immer mehr daran, lediglich mit Hilfe der Induction allgemein gültige Sätze aufzubauen.

Zu diesem Kreise gehörten P. Castell[36]) und Sprögel,

welche die Unempfindlichkeit der Hirnhäute vertheidigten, Walsdorf mit seinen Untersuchungen über die Hirnbewegung, die italienischen Forscher Pozzi[37]) und Urban Tosetti[38]), Pagani und Bonioli[39]), Verna[39]), Fracassini u. A., der Franzose Bordenave[40]), die Engländer Broklesby[41]), Battie[42]) etc. Da die meisten ihrer Versuche lediglich der Bestätigung der Irritabilität-Sensibilitätslehre Haller's dienten, sich nur indirect auf unser Gebiet beziehen und weder durch methodischen Fortschritt, noch durch die Verfolgung neuer Gedanken über die Schablone hinausgingen, so verzichten wir auf ein näheres Eingehen. Wir müssten nur immer wiederholen, dass die Dura unempfindlich, die Marksubstanz, im Gegensatz zur Rinde, sensibel vorgefunden wurde. Für Haller boten diese Versuchsreihen eine wichtige numerische Stütze, auf die Entwicklung der Gehirnphysiologie waren sie ohne Einfluss.

Eine erfreuliche Ausnahme macht der Baseler Professor Mieg[13]), der in seinen Experimenten zwar auch die Dura unempfindlich fand, aber, im Gegensatz zu Haller, bemerkte, dass nicht von der ganzen Marksubstanz, sondern nur von den Grosshirnschenkeln und der Oblongata Convulsionen auslösbar sind. Leider wurde dieser schwache Anlauf zu einer Localisation, der wissenschaftlichen Richtung entsprechend, völlig unbeachtet gelassen.

In gleichem Geiste bewegten sich, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die Arbeiten der Gegner Haller's, nur wenige erhoben sich auf ein höheres Niveau. Mehrere, welche im Widerstreit zwischen experimenteller und klinischer Erfahrung letzterer den Vorrang zuerkannten oder sich nur von ihr leiten liessen, sprachen der experimentellen Methode insofern den Werth ab, als sie die Uebertragung der an Thieren erhaltenen Resultate auf den menschlichen Organismus für zu gewagt erklärten.

Einer der ersten und bedeutendsten Gegner der Irritabilitätslehre, Le Cat, gab in seiner Preisschrift[44]) über die Bewegung offen zu, dass mehrere seiner Versuche ebenso ausfielen, wie diejenigen Haller's, stützte sich aber dennoch auf die praktischen Erfahrungen, welche auf eine, sogar bedeutende Sensibilität der Hirnhäute verwiesen. Aehnlich urtheilten der Leipziger Professor Krause[45]), der Turiner Anatom Bianchi[46]), ferner Petrioli[47]), Fabbri, Ferrein, Gerard de Villars[48]) u. A. Manche schlugen einen Mittelweg ein, sie schrieben den Meningen eine bloss schwache Empfindung zu, wie z. B. Van de Bos. Andere suchten ihren praktischen Erfahrungen, trotz contradictorischer Versuchsergebnisse, ein theoretisches Mäntelchen umzuhängen, wie Sanseverini, welcher meinte, die Nerven müssten doch irgendwoher ihre Empfindungsfähigkeit erhalten, und da das Gehirn keine Empfindung verrathe, so müssten die Hirnhäute in Anspruch genommen werden.

Diejenigen, welche Haller's Experimenten nichts entgegenzustellen wussten, versuchten deren Beweiskraft durch Einwände gegen die Methode abzuschwächen. Vaudelli[49]) und Lotteri[49]) meinten, die Versuchsthiere reagiren bei Reizungen gewisser Theile nicht mit Schmerzäusserungen, weil die Angst oder der vorhergegangene Schmerz überwiege und die neuaufkommende schwächere Empfindung unterdrücke. Dieselbe Anschauung verfocht auch der scharfsinnigste Opponent Haller's, Robert Whytt (1714—1766), mit dem wir uns unten noch eingehend beschäftigen werden.

Eine nicht geringe Anzahl von Forschern kam übrigens zu ganz anderen Resultaten, sei es in Bezug auf die Sensibilität, sei es hinsichtlich der Abhängigkeit des Herzens vom Nervensystem; namentlich waren es die Italiener Fabbri[50]) und Laghi[50]), welche die Dura in ihren Thierversuchen sensibel fanden. Laghi modificirte später seine Ansicht, in-

dem er die Hirnhaut im gesunden Zustand weniger, im kranken Zustand dagegen in hohem Grade empfindlich erklärte. Bei Anwendung von mechanischen oder kaustischen Reizen sah er die Thiere mit lebhaften Schmerzäusserungen reagiren, besonders wenn die innere Durafläche getroffen wurde: „Quid porro dixerim de interna durae meningis lamina, quae piam matrem respicit. Nimirum, si pungatur aut etiam ignito ferro uratur contra cranium, queritur animal.“

Laghi lehrte auch, dass nur von bestimmten Theilen des Gehirns durch Reizung Zuckungen erregt werden können, nämlich vom Balken, den Seh- und Streifenhügeln, der Oblongata: „Plura equidem instauravi, quibus didici, non quamcunque medullarem cerebri substantiam, si laedatur, animalia excruciare, ut hinc non sit mirandum, portionem cerebri avelli aut contundi praeter questum et maerorem. Nisi igitur stylus aut callosum corpus, aut nervorum opticorum thalamos, aut striata corpora attigeret, concutitur, animal et dolet, multoque magis, si medullam oblongatam vulneraverit; siquidem tunc tumores nervorumque distensiones praetera superveniunt.“

An dieser Stelle können wir es nicht unterlassen, hinzuzufügen, dass Laghi zahlreiche Experimente über Hirndruck anstellte, welche zeigen sollten, dass die Hirncompression nicht unter allen Umständen so schwere Folgesymptome hervorrufe, wie meistens geglaubt würde. Vielmehr fand er, dass die Versuchsthiere bei langsam ansteigendem Drucke anfänglich gar keine Zeichen von Uebelbefinden verrathen, später in Schlaf, endlich unter Convulsionen in einen apoplektiformen Zustand verfallen.

Ebenso wie Laghi behauptete auch Benefeld[51]), welcher sogar allen Körpertheilen einen gewissen Grad von Empfindung zuschrieb, dass er die Dura stets sensibel vorgefunden habe. Betupfte er sie mit scharfen Mitteln, so traten bisweilen Convulsionen auf.

Dass Lorry, der Haller aufs Heftigste befehdete, gleichfalls die harte Hirnhaut empfindlich fand, ist bereits bemerkt worden. Von Späteren sei noch Van Doeveren genannt[52]).

Auch die Lehre von der unabhängigen Stellung des Herzens entfachte einen lebhaften Zwist pro und contra. Einige Anatomen unterstützten sogar Haller's Ansichten, indem sie nachgewiesen zu haben glaubten, dass jene Nerven, welche man als Herznerven ansprach, in der That nur die Gefässscheiden und die „Membranen" des Herzens, resp. die Gefässscheiden der Kranzgefässe versorgen, dagegen mit dem Herzen selbst gar nichts zu thun haben. Von besonderem Gewichte war das Votum, welches S. Th. Sömmerring und Joh. B. J. Behrends in diesem Sinne abgaben[53]) und auch durch den Hinweis auf die Existenz des Punctum saliens vor der Entwicklung des Nervensystems zu begründen trachteten.

Den Versuchen Caldani's, Fontana's, des Wiener Forschers H. N. Crantz[54]) u. A., aus denen hervorging, wie einflusslos die centrale oder Vagus-Sympathicusreizung bleibe, wurden aber später andere entgegengestellt, in denen man derartige Reizungen von sichtbarem Erfolg begleitet sah. So berichtete Marherr[55]), dass nach Unterbindung der Herznerven eine Schwächung der Herzthätigkeit eintrete, und Trzebitzky[56]) erklärte, Haller hätte nur deshalb durch Reizung des Vagus keine Beschleunigung der Herzaction erzielt, weil er die Reizung zu spät vornahm; vermeide man den Fehler, so gelange man gerade zu dem entgegengesetzten Resultat.

Doch fanden sich immer wieder Physiologen, welche mit ihren Experimenten für Haller eintraten, z. B. gegen Schluss des Jahrhunderts Behrends, der durch galvanische Reizung des Gehirns oder der Herznerven keine Alteration der Herzbewegung hervorzurufen im Stande war, während die Skelettmuskulatur vom Gehirn erregt werden konnte. So

beobachtete er bei Fröschen, denen der Thorax geöffnet worden war, dass die Herzthätigkeit unverändert blieb, die Skelettmusculatur aber in Zuckungen gerieth, wenn der galvanische Reiz angewendet wurde („Cerebro laminam stanni foliati admovi stiloque vel nummo argenteo illud irritavi"). Der gleichen Methode bediente sich Behrends auch, wenn er bei Katzen und Hunden einzelne Hirntheile oder den Vagus reizte („Nervum vagum media colli parte stanno foliato circumdedi, admotoque argento irritavi").

Erst durch die Autorität eines Anatomen wie Scarpa[57]) wurde dem Streit in gewissem Sinne ein Ende bereitet, indem derselbe überzeugend nachwies, dass die Herznerven in der That die Substanz des Herzens versorgen. Unter normalen Verhältnissen, meinte Scarpa, sei allerdings das Blut ein hinreichendes Incitament, bei lebhaften Gemüthsbewegungen aber entsende auch das Gehirn auf dem Wege der Herznerven Impulse, die einen Reiz für das Organ bilden. Aus den scheinbar widerlegenden Versuchen sei man gar nicht berechtigt zu schliessen, dass das Herz nicht unter nervösen Einflüssen stehe. Man müsse sich vielmehr bescheiden, daraus zu entnehmen, dass die Herzbewegung nicht von derselben Art sei wie die Muskelbewegung, dass die Nerven des Herzens nicht denselben Gesetzen gehorchen wie die übrigen Nerven.

Scarpa deckte mit bewunderungswürdigem Scharfsinn einen grossen Fehler der Experimentallogik auf, welcher in der stillschweigenden Voraussetzung bestand, dass gleiche Reize, auf verschiedenartige Nerven applicirt, auch gleiche Wirkungen hervorrufen. Es dauerte lange, bis man sich von diesem Irrthum emancipirte, und in dem speciellen Falle zur Erkenntnis kam, wie unter Umständen Reize sogar Hemmungen bedeuten können.

Nach Scarpa wagte man um so offener auf Beobach-

tungen hinzuweisen, welche einen positiven Erfolg der Galvanisation der Herznerven ergaben. Dahin gehörten die Versuche von Rich. Fowler[58]) und Humboldt[59]).

Die lebhafte Controverse, ob das Herz allein durch den Stimulus des Blutes in Thätigkeit erhalten werde, oder ob es auch unter dem Einfluss des Centralnervensystems stehe, nahm immer grössere Dimensionen an. Der grosse Nutzen, der allmählich aus den Untersuchungen erwuchs, lag vornehmlich in der Vertiefung des Problems, in der genaueren Präcision der ganzen Fragestellung. Aus der Frage: Vermag das Centralnervensystem das Herz zu beeinflussen? entwickelte sich die Frage: Welcher Theil des Centralnervensystems ist für den Fortbestand der Herzthätigkeit unumgänglich nöthig? Man lernte allmählich von der obsolet gewordenen Anschauung, dass das Gehirn die Kraftquelle aller Thätigkeiten bilde, abstrahiren und trachtete zu bestimmen, wie weit die Ingerenz der Oblongata, des Rückenmarks, reicht, welche nicht mehr als Kraft spendende, sondern als regulatorische Apparate aufgefasst wurden. So wurde die Wirksamkeit der Haller'schen Schule, die zum Theile eine heilsame Reaction gegen eine Gehirnphysiologie, welche den Antheil des Gehirns an der Leitung vitaler Functionen weitaus überschätzt hatte, darstellte, zum Ausgangspunkte einer rationellen Rückenmarksphysiologie.

In viel höherem Masse aber als auf speciellem Gebiete bekundet sich die Nutzwirkung der Haller'schen Arbeiten in der Umgestaltung, welche sich seither in der Hypothesenbildung, in der Beweisart, in der ganzen Art der physiologischen Denkweise vollzog. So lückenhaft, so falsch und irreführend zahlreiche seiner Ergebnisse waren, so hatten sie dennoch den unbestreitbaren Werth, dass sie den grössten

Theil der ehrlichen Forscher zwangen, anstatt der Autoritäten den Versuch als letzte Instanz anzurufen, dass sie der beschaulichen Speculation ihre wissenschaftliche Bedeutung mehr und mehr entzogen. Freilich brachen sich die Reformen der Forschungsart nur langsam Bahn, wozu nicht wenig der Umstand beitrug, dass die experimentelle Methode nicht allein viele Widersprüche mit der klinischen Erfahrung aufwies, sondern begreiflicher Weise dem nach Abschluss, nach einer zusammenfassenden Anschauung ringenden Menschengeist noch zu wenig befriedigen konnte. Solchen Wünschen kam die Speculation noch immer entgegen, indem sie auf den schmalen Grund von Thatsachen einen mächtigen Bau weitreichendster Schlussfolgerungen aufbaute, dessen Kitt geschäftig gestaltende Phantasie beistellte. Die Lehre Stahl's und ihre mannigfachen Arbeiten konnte noch ebenbürtig dem inductiven System Haller's gegenüberstehen. Und doch lässt sich ein Fortschritt nicht verkennen. Selbst die besten Vertreter der deductiven dogmatischen Systeme sahen sich gezwungen, ihre deductiv erworbenen Anschauungen durch den Thierversuch aufrecht zu erhalten.

Wie einst das Dogma die philosophische Forschungsart seinen Zwecken dienstbar machte, wie selbst die Scholastik durch tiefdringende Ausbildung der Dialektik erst die freieren Regungen der Wissenschaft ermöglichte und Anderes in letzter Linie hervorrief, als die Urheber beabsichtigten, so wirkten auch die kurzlebigen Systeme, die zur Zeit Haller's und nach ihm dominirten, dadurch günstig ein, dass sie die experimentelle Methode zur peinlichen Selbstkritik aufforderten, vor dem Untergang in oberflächlichen Materialismus bewahrten und durch Zufuhr neuer Probleme in der Jugendfrische rastlosen Strebens erhielten.

Weniger günstig kann, dem ersten Anscheine nach, das Urtheil über die Arbeiten der Haller'schen Schule ausfallen, wenn man den Fortschritt der Gehirnphysiologie in der Realisirung des Localisationsgedankens sieht. Haller und seine Anhänger standen der Localisationsidee ebenso feindlich gegenüber wie die Stahlianer, ihre Anschauung vom Gehirn war, fast möchten wir sagen, eine rein histologische, ihre Experimente waren nur zum geringeren Theile der Bestimmung der Hirnfunctionen gewidmet, sie standen in erster Linie im Dienste der Irritabilitätslehre. Von diesem Standpunkt aus betrachtet, repräsentirt die ganze, von seiner Richtung influencirte Periode das Princip der Negation, eine Reaction gegen die vorige Aera, in der die Localisationsidee weitaus dominirte.

Dennoch enthielt diese Negation manchen Keim der Positiven in sich! Jene Art der vagen Speculation, welche in kühnem Fluge der Gedanken, ohne den Schein eines Beweises, die höchsten psychischen Complexe, die Lebenskraft, oder doch die Leitung der wichtigsten organischen Functionen ohne exacte Begründung in diesen oder jenen Gehirnabschnitt verlegte, war unwissenschaftlich geworden. Man begnügte sich nicht mehr mit dem Möglichen, mit dem Wahrscheinlichen, man verlangte Wahrheit, Wirklichkeit. Mochte der Wust grauser Theorien auch manche Wahrheit in sich bergen, er wurde verworfen, nur das Wahre, was auch den Anforderungen des wissenschaftlichen Denkens entsprach, konnte nunmehr befriedigen. Und so kam es, dass manche alte Wahrheit in neuen Schläuchen den Schein der Neuheit erweckte.

---

[1]) Die Hauptergebnisse der eigenen und fremden Untersuchungen sind niedergelegt in Sermones de partibus corporis humani sentientibus et irritabilibus (Comment. soc. reg. Gott. T. II, 1753). De partibus

corporis humani sentientibus. Comment. II in Comment. soc. Gott. T. III, 1773. Deux mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Trad. par Tissot. Laus. 1753, 8, 1756—1760, 12, 4 Vol. Elementa physiologiae corporis humani. Laus. 1757—1766. Disputationes anatomicae selectae. Gott. 1746—1752. Disputationes ad morborum historiam et curationem facientes. Laus. 1757—1760.

[2]) Meckel, Zinn. Vide Disp. anat. Vol. VII.

[3]) Fabbri, Opuscoli raccolti Vol. II.

[4]) Diss. de nervis durae matris Argent. 1772.

[5]) Deux mémoires sur la nature sensible etc. T. II, Exp. 148.

[6]) Gleiches hatten auch Ridley, Drelincourt, Swammerdam, Pourfour du Petit u. v. A. beobachtet.

[7]) Ueber die Sensibilität des Gehirns liegen bereits aus früher Zeit empirische oder exact begründete Angaben vor: z. B. Aristoteles (De part. animal. lib. II, c. 7), Galen (De sympt. caus. lib. I, c. 8, De util. respir. u. a. O.) erklärten das Organ für empfindungslos. Von Späteren berichten u. A. Falloppio (De vuln. cap. c. 8), dass das Gehirn gestochen werden könne, ohne dass Schmerz erregt wird; Du Laurens (Hist. anat.), Highmor, dass Substanzverluste des Gehirns ohne Schmerzen zu Stande kommen (Corpor. human. disquis. anat. I, Cap. V: „Licet enim spiritus animales in substantia cerebri conficiantur, cerebrum tamen ipsum non sentit, hoc est, tactilium differentiis non afficitur. Saepe enim sine dolore in vulneribus capitis extrahi partes quamplurimas, asserit Guilielmus Fabritius in Obs. chir. et alii plurimi").

[8]) Deux mémoires etc. Exp. 159.

[9]) Elem. phys. IV. Haec omnia ostendunt evidenter, praecipuos cordis nervos ab ea sede medullae spinalis nasci: nam caeterum vitia hujus partis corporis irritatae mentis officia non turbant.

[10]) Doch suchten bereits gegen Ausgang des Jahrhunderts Einige den Begriff „Seele" schärfer abzugrenzen und demgemäss in ihren physiologischen Localisationsversuchen zu verfahren. Vergl. z. B. Buettner's Abhandlung, Functiones organo animae peculiares (1794), wo wenigstens die Frage aufgeworfen wird „an anima et vis vitalis res sint synonymae vel toto coelo diversae".

[11]) In Bezug auf die Anencephalen, welche so häufig als Beweis angeführt wurden, bemerkt Haller (Elem. phys. IV, § 39): „Qui absque cerebro et capite vixerunt, ad unum omnes fetus fuerunt, in quorum vita nullum sensuum officium est et omnes, nullo excepto, aut interierunt, quam primum in lucem prodierant, aut mortui omnino in lucem prodierunt. Plerisque medullae spinalis etiam fuit tantum, quantum sufficere poterat, ut cordis motus superesset: fere omnibus etiam tantum, ut disceres olim cerebrum fuisse."

[12]) Dissecta quoque vel irritata spinali medulla nervorum cardia-

corum omnino scaturigine neque cordis motum languentum neque auctam. (Elem. phys. IV.)

[13]) Die Ansichten über das Wechselverhältnis von Herz und Hirn ziehen sich wie ein rother Faden durch die Geschichte der Physiologie, aber meistens blieb der Zwiespalt über diese Frage latent oder verbarg sich unter anderen Formen. Schon in den Schulen des Alterthums dominirte bald die Anschauung, welche dem Herzen die oberste Stelle im Staate des Organismus zuerkannte, bald jene, welche ihm neben dem Gehirne eine coordinirte oder gar eine subordinirte Stelle zuwies. Die Hauptvertreter beider Lehren sind Plato und Aristoteles. Ersterer machte das Triumvirat Gehirn, Herz und Leber zum Sitze der drei Hauptfunctionen der Seele. Aristoteles hingegen erhob das Herz zur Akropolis des Leibes. Im Streite der Platoniker und Aristoteliker entschied sich Galen für Erstere, wodurch dem Herzen jener hohe Rang, den es in den Systemen der Autoren Jahrhunderte lang eingenommen hatte, abgesprochen wurde, und nur wenige Forscher erklärten sich in der Folgezeit für den aristotelischen Standpunkt. Der Letzte, der ihn mit voller Ueberzeugung verfocht, war Cesalpinus (1519—1603). Im Allgemeinen wurde das Nervensystem, resp. das Gehirn als Quelle und Ursprung aller Kraft, Bewegung und Ernährung betrachtet.

Zu neuem Ansehen gelangte endlich das Herz wiederum durch Harvey's Entdeckung, und es hätte nicht viel gefehlt, dass man es zum selbstthätigen Motor und Regulator des Organismus erhob, wenn nicht durch Steno und Lower seine musculöse Structur nachgewiesen worden wäre.

Seitdem das Herz als einfacher Muskel erkannt worden war, erhob sich die Streitfrage immer ungestümer, in welchem Verhältnis dasselbe zum Gehirne stehe, da die Abhängigkeit der Muskelaction von nervösen Einflüssen bereits ein physiologisches Axiom bildete. Warum sollte nicht auch der Herzmuskel dem Einfluss des Nervenfluidums und somit der Seele unterworfen sein? Diese Annahme erschien nicht sehr plausibel, wenn man sich die Versuchsergebnisse eines Steno, eines Hook, die interessanten Experimente von Preyer und Harder ins Gedächtnis rief. Steno zeigte, dass das exstirpirte Herz durch mechanische oder thermische Reize zur Thätigkeit stimulirt werden kann, Hook lehrte, wie die Bewegung des Herzens durch Lufteinblasung in die Lungen noch eine Zeit lang unterhalten werden kann, Preyer und Harder demonstrirten an frisch getödteten Thieren und Gehängten, dass die unterbrochene Herzthätigkeit durch Lufteinblasung in den Ductus thoracicus und in den rechten Vorhof neu angefacht werden kann. Schon frühzeitig sahen sich einzelne Autoren, wie de Marchettis zum

Schlusse gedrängt, dass die Herzbewegung vom Gehirn unabhängig sei, Andere leiteten sie direct von dem Reize des Blutes her. Letzterer Meinung schien aber die Beobachtung *Wepfer's* zu widersprechen, der bei Thieren, welche mit Nux vomica vergiftet worden waren, keine Veränderung des Blutes, wohl aber welke Beschaffenheit des Herzens auffand. Die Chemiatriker fassten die Herzaction als Folge der Einwirkung von Blutbestandtheilen (des salzigen Schwefels) auf die (nitrösen) Lebensgeister auf. Viele endlich meinten, dass die Lebensgeister direct den Antrieb ertheilen. Dem Einwurf, dass die Seele keinen Einfluss ausüben könne, weil die Herzthätigkeit unwillkürlich zu Stande komme — man unterschied nicht scharf genug den indirecten Einfluss der Leidenschaften — begegnete man durch die begriffliche Theilung der Seele in die *Anima rationalis* und *Anima vegetativa*, von denen erstere nach *Willis* ihren Sitz im Grosshirn, letztere aber im Kleinhirn aufgeschlagen hat. Das Kleinhirn leitete, regulirte, ermöglichte überhaupt erst die Bewegungen des Herzens, Zwerchfells, der Gedärme. Nach dieser Theorie stand das Herz unter directem Einfluss des Gehirns, es empfing seine Nerven, Vagus und Sympathicus von dort; mit der Zerstörung des Cerebellums oder der Herznerven musste auch die Thätigkeit des Herzens sistirt werden. *Die Frage nach der Lebenswichtigkeit des Kleinhirns, der Oblongata oder anderer Hirntheile (Corpus callosum, Dura mater etc.) spitzte sich immer mehr zu dem Probleme zu, ob und inwiefern diese Theile mit der cardialen Function in Beziehung treten.*

Die Hypothesen des *Willis*, *Baglivi*, *Lancisi* u. A. hätten nicht so leicht Anklang gefunden, wenn nicht die Eigenbeobachtung und klinische Erfahrung ihr zustimmendes Votum in die Wagschale gelegt hätte. Bewies nicht täglich der Einfluss der Leidenschaften auf den Herzschlag, der veränderte Pulsschlag bei freudigen Erlebnissen, im Zorn, im Schreck, wie sehr das Herz nervösen Einflüssen unterliegt. Und dennoch sprach wiederum die letzte Instanz, die exacte Physiologie, welche mehr als jede andere Forschungsart den Genuss des per causas scire gewährte, in drastischer Anschaulichkeit dagegen: *das Frosch-, das Schildkrötenherz, welches, dem warmen Leibe entnommen, in der Hand des Experimentators fortpulsirte, aus dem Stillstande durch mechanische Reize zu neuer Thätigkeit angeregt wurde, sprach eine überzeugende Sprache und warf wieder alle Nerventheorien über den Haufen.* Zudem lehrte eine verbesserte Methodik, dass nur äussere Umstände, technische Fehler die bisherigen Hypothesen verificirt hatten; erneute Nachforschungen ergaben mit vollster Gewissheit, dass die cardiale Thätigkeit selbst durch tiefgreifende Eingriffe ins Gross- oder Kleinhirn oder Rückenmark nicht sogleich zum Stillstand gebracht

werde, dass Reizungen des Centralnervensystems zwar Convulsionen der Skelettmuskulatur, aber keine Alteration der Herzthätigkeit produciren. Der Zwiespalt zwischen Experiment und praktischer Erfahrung schien unüberbrückbar, man liess beide neben einander bestehen und wagte nicht, an das Dilemma zu rühren.

[14]) Der Begriff der Irritabilität wurde, allerdings im weiteren Sinne, zuerst von Glisson fixirt. Glisson überragt Haller durch seine scharfe Unterscheidung der Perception (der natürlichen Reactionsfähigkeit auf Reize) und der Sensation (Empfindung). De ventriculo et intestinis c. 7 (Amstel. 1677).

[15]) Elem. phys. I.

[16]) Vide Opera I. Exp. 143.

[17]) Fontana, Ricerche fisiche sopra'l veneno della vipera. Lucca 1767.

[18]) Diss. qua demonstratur, cor nervis carere. Monguntiae 1792.

[19]) Haller, Mém. sur les p. sens; Elem. phys. IV. Comm. soc. Gott. Vol. II. Walsdorf, Experimenta circa motum cerebri. Gott. 1753.

[20]) Lamure, Recherches sur la cause des mouvements du cerveau, qui paraissent dans l'homme et les animaux trepanés. Mém. 1749. Haller machte seine Versuche 1751 und publicirte dieselben 1752.

[21]) . . . cette dilatation dépend du reflux du sang de la cavité des sinus dans les vaisseaux veineux qui s'y abouchent . . . J'ai vu dans l'animal vivant qu'une veine, qui serpentait sur la surface du cerveau se remplissait aussitôt que ce viscère se portait en dehors, et qu'elle se vidait, lorsqu'il s'affaissait. L. c.

[22]) Richerand (Nouveaux éléments de physiologie. Paris 1801. T. 2) leugnete den Einfluss der Respiration und anerkannte nur die arterielle, pulsatorische Bewegung: Les mouvements alternatifs d'élévation ou d'abaissement qu'offre le cerveau sont isochrones à la systole et à la diastole des artères placées à sa base: l'élévation correspond à la dilatation, l'abaissement au resserement de ces vaisseaux; la respiration n'est pour rien dans ce phénomène.

Deschamps (Bullet. de l'école de medecine de Paris 1806) behauptete, dass die Hirnbewegung nur bei Schädellücken stattfinde, während im normalen Zustande nur eine Art alternirender Compression und Ausdehnung der Gehirnsubstanz möglich sei. Er stützte sich auf die Beobachtung, dass sich das entblösste Gehirn während des Ausathmens über den vom Hirnschädel begrenzten Umfang hebe, während des Ausathmens nicht unter denselben sinke. Ravina (Mémoires de Turin [1811—1812]. Uebers. in Meckel's Arch. III) widerlegte auf experimentellem Wege letztgenannten Einwand. Stellte er einen in Grade eingetheilten Korkcylinder auf das Gehirn, so fand er, dass derselbe während des gewöhnlichen Einathmens 1''', bei stärkerer Inspiration 3''' sank. Steckte er eine oben trichterförmige, mit Wasser ge-

füllte Glasröhre in eine Trepanöffnung, so verschwand die ganze Flüssigkeit während der Inspiration und kehrte während der Exspiration blutig zurück.

Ravina versicherte auch, dass er einem Jagdhunde in der Inspiration einen Federkiel zwischen den Hirnschädel und das Gehirn habe stecken können, die Dura mater besitze durch ihre Arterien eine eigenthümliche Bewegung.

Dorigny (Expériences et observations sur le mouvement du cerveau in Corvisart's Journal XVII, XXI) folgerte aus seinen Versuchen, dass die Hirnbewegung vom Kreislauf und der Athmung unabhängig sei, hingegen durch Nervenreize hervorgebracht werde. Als er an einem Hunde eine Extremität scarificirte, fand er, dass die Hirnbewegung durch jeden Einschnitt des Instruments verstärkt wurde, ebenso wenn der Plexus cervicalis gereizt wurde, oder wenn nach Unterbindung der Luftröhre ein bedeutender Nervenstamm gereizt wurde. Nach Abtrennung des Rückenmarks vom Gehirn hörte die Bewegung auf, wenn man auch Flüssigkeit durch die Carotiden trieb. Wenn die Bewegung durch Unterbindung der Carotis und Vertebralis zum Sistiren gebracht wurde (Lamure, Bichat, Richerand), so konnte sie aufs Neue erweckt werden durch Reizung des Plex. cerv. Während am Froschgehirn die Bewegung für gewöhnlich nicht sichtbar ist, konnte sie deutlich durchs Mikroskop beobachtet werden, wenn man die Netzhaut mittelst eines, durch das Auge gestossenen Stilets reizte. Jeder Stoss verstärkte die Hirnbewegung.

Grössere Klarheit wurde in die Frage durch Flourens gebracht.

Hier sei noch angeführt, dass zuerst Portal die Bewegung an einer Spina bifida beobachtete (Anatomie medicale); aber erst Magendie schrieb dem Rückenmark in toto Bewegung zu.

[23]) Zinn schrieb (29. Mai 1756) an Housset: Equidem et ipse experimenta circa sensibilitatem durae matris institui, omni certe cautione adhibita, ne ullo modo illa dubia aut incerta reddi possent, quae omnia in eo consentiunt, duram matrem omni sensu expertem ..... Mém. sur les p. sensibles etc. T. II, p. 331.

[24]) „Verosimillimum est, principem illius usum esse, communicationem aliquam motuum et sensuum inter utrumque hemisphaerium facere."

[25]) Vid. Deux mém. des p. sensibles etc.

[26]) L. c.

[27]) Expériences de M. Housset (Médecin de l'Hôtel-Dieu) 1756 in Deux mém. des p. sensibles etc.

[28]) Mém. s. l. p. T. III, p. 143 ff.

[29]) Ibid. „Quelquefois lorsque l'on chatouillait la partie concave de la dure mère il y avait quelques signes de douleur. Cela arrivait

en particulier lorsque l'on poussait la sonde en ligne droit, qu'on la poussait en avant et qu'on la retirait à l'instant, comme quand on veut scier un os. On remarquait aussi du sentiment lorsque l'on appuyait un peu la sonde contre la dure mère."

[30]) Saggi scientifici e letterari dell' Accademia di Padova, Tomo I (1786).

[31]) Mém. s. l. p. s., p. 147. „Nous ouvrîmes la poitrine à une grenouille et nous la fîmes toucher à celle-ci et nous observâmes avec plaisir que les ritmes du coeur devenaient plus frequents et plus forts. Il semble qu'elle à la force (la matière électrique) d'augmenter les mouvements du coeur et cela confirme le sentiment des philosophes, qui attribuent un pouls plus frequent aux personnes électrisées."

[32]) De vivis humani corporis solidis. (Leid. 1757.)

[33]) Vid. Mém. s. l. p. Dissertation epistolaire de Mr. L'Abbé Felice Fontana. Bologn. 1757.

[34]) Ricerche filosofiche sopra la fisica animale (Firenze 1775).

[35]) Abhandlung über das Viperngift. Aus d. Franz. übersetzt. Berlin 1787.

[36]) Castell, P., Experimenta quibus varias corporis humani partes sentiendi facultate carere consistit. Gött. 1753 in Ludwig, Script. neurol. minor. select. Lips. (1791—95), ferner in Mém. s. l. p. sensibles etc.

[37]) Mém. s. l. p. sensibles etc. Lettre de M. Cesareo Pozzi. Lettres du Reverend Père Urbain Tosetti.

[38]) Vid. Fabbri, Opuscoli raccolti Vol. III, p. 154 ff.

[39]) Mém. s. l. p. s. Lettre de Mr. J. B. Verna. Turin 1757.

[40]) Ibid. Bordenave, Remarques sur l'insensibilité 1757.

[41]) Phil. trans. Vol. XLIX.

[42]) De principiis animalibus, exercitationes XXIV. Lond. 1757.

[43]) Mém. s. l. p. Expériences de M. R. Achille Mieg. 1758.

[44]) Diss. qui a remporté le prix de l'académie de Prusse sur le principe de l'action des muscles. Berl. 1753.

[45]) Prüfung der Preisschrift des Hrn. le Cat von der Muskelbewegung. Leipzig 1755.

[46]) Vid. Fabbri, Opuscoli raccolti.

[47]) Ibid.

[48]) Mém. d. sav. étrang. VI.

[49]) Fabbri, Op. racc.

[50]) Ibid. oder Mém. s. l. p. T. III.

[51]) De habitu virium motricium corp. hum. etc. Gott. 1758.

[52]) Vers. über die Empfindlichkeit und Reizbarkeit der thier. Theile. Leipzig 1767.

[53]) Dasselbe war von Cardanus, Vesal, Gastally u. A. behauptet worden.

[54]) Solutiones difficultatum circa cordis irritabilitatem, Vienn. 1761.

[55]) Praelect. in Boerhaavii instit. med. Vienn. 1772.

[56]) De irritabil. et sensibil. part. corp. hum. Prag 1772.

[57]) Tabul. neurolog. ad ill. hist. anat. Cardiacor. nervor. (Ticin. 1794).

[58]) Humboldt, Versuch über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. Berl. 1797.

[59]) Fowler, R., Exper. on animal Electricity (1794).

Nysten, Vasalli, Giulio und Rossi sahen bei Enthaupteten, dass auf Armirung des Herzens und seiner Nerven stärkere Pulsation erfolgte, als auf mechanische Reize. Versuche an Thieren ergaben dasselbe Resultat. Vid. Burdach. I, 228.

II.

Die Gehirn- und Rückenmarksphysiologie unter dem Einflusse des Stahlianismus.

Facile quis discendo diu leges et hypotheses praejudicia quidem assequitur; ast quam difficile est, se inde liberare. Schlichting.

In ihrer Grundform konnte die Lehre Stahl's kaum zu Experimenten Anlass bieten, um so mehr, als ihr Urheber die Verwendung mechanischer und chemischer Principien zur Erklärung organischer Functionen streng verpönte und sich in scharfen Gegensatz zu den Jatrophysikern stellte. Thatsächlich verlor sich ein Theil der Anhänger strengster Observanz in den Irrgarten. der Mystik und Theosophie.

Nur jene Nachfolger, welche die Existenz des Nervenfluidums anerkannten, das Wirken der Seele an einen Nervengeist geknüpft hielten oder in freier Umgestaltung des Systems eine Reihe körperlicher Actionen dem Bereich der bewussten Seelenthätigkeit entzogen und allein auf Nervenreiz zurückführten, konnten sich in Uebereinstimmung mit ihren theoretischen Anschauungen von der Höhe der Speculation auf die Niederung empirischer Forschung herablassen. Unter diesen nehmen in Deutschland Unzer, in England Robert Whytt (1714—1766) deshalb eine ganz besonders hervorragende Stelle ein, weil sie in mancher Hinsicht dem all zu mächtigen Einflusse Haller's ein Gegengewicht boten und zum Theile selbst das Verständnis der Reflexvorgänge vorbereiteten. Ueber letztere konnte nur eine eigenartige

Verschmelzung von Grundsätzen des Animismus mit der Irritabilitätslehre Licht verbreiten, insbesondere, nachdem die Vorstellung von der Function der Ganglien und die Annahme von Bewegungs- und Empfindungsnerven greifbare Form angenommen hatte. Ein höherer Werth muss hinsichtlich dieses Fortschrittes dem System Stahl's zuerkannt werden, und es dürfte wohl kaum ein Zufall sein, dass gerade in England, wo man die Ideen Stahl's mit nüchternem naturwissenschaftlichen Forschen frühzeitiger als irgendwo zu verbinden wusste, das erlösende Schlusswort über das Wesen der Reflexbewegungen gesprochen wurde.

Bei den britischen Physiologen hatte die Ansicht, dass die Muskelbewegung in letzter Linie vom Nervensystem abhängig ist, namentlich seit den gründlichen Arbeiten, welche Alexander Stuart[1]) über das Nervenfluidum und die Muskelbewegung veröffentlichte, Anklang gefunden. Derselbe experimentirte an Fröschen und konnte durch Reizung des Gehirns, der Med. obl. und des Rückenmarks Convulsionen auslösen, weshalb er erklärte, dass diese Theile vermittelst der Nerven die Bewegung hervorrufen. Da den Nerven keine Elasticität zukomme, was Stuart zu erweisen versucht hatte[2]) (Experiments to prove Existence of a Fluid in the Nerves), so müsse ein Nervenfluidum vorhanden sein, dem die central entstehenden Impulse übertragen werden. Die Seele sei im ganzen Körper gegenwärtig, nicht allein im Gehirn, sondern am Ende der Nerven ebenso, wie an ihrem Ursprung.

Gleich Stuart huldigten dem Stahlianismus unter den englischen Physiologen Cheyne, Bryan und Nic. Robinson, Nicholts, Tabor, Mead, Porterfield, Simson, Bond, Th. Lawrence u. A. mit grösseren oder geringeren Modificationen des Grundgedankens, in innigerer oder loser Verknüpfung mit der Jatromechanik. Der geschickteste Vertheidiger erstand dem Systeme aber in Robert Whytt[3]),

der wie kein Anderer mit ebenbürtigen Kräften gegen Haller anzukämpfen verstand.

Whytt bestritt die Gültigkeit der Haller'schen Versuche über die Sensibilität zunächst schon aus dem Grunde, weil ein starker Schmerz zum grossen Theil die Empfindung für weniger intensive Reize aufhebe. (Hippokrates, Aphor. lib. II, Nr. 46.) Reizt man z. B. die Zehen eines Frosches im Augenblick der Enthauptung, so mache sich kein Zeichen von Sensibilität bemerkbar, während auf den gleichen Reiz 12 bis 15 Minuten später sehr heftige Bewegungen der Extremitäten und manchmal selbst des Rumpfes erfolgen. Ein weiterer Einwurf gegen Haller bestand darin, dass Whytt aus Erfahrungen das Gesetz ableitete: Sensibilität und Irritabilität hängen innig zusammen; wird eine von beiden durch ein Mittel herabgesetzt, so vermindert sich im gleichen Masse die andere. Insbesondere zeige sich dies bei der Wirkung des Opiums aufs Herz, dessen Pulsschläge durch das Mittel vermindert werden, ebenso wie die Sensibilität herabgestimmt werde. Zu dieser Ansicht gelangte Whytt durch zahlreiche Versuche an Fröschen. Injicirte er denselben eine Opiumlösung in den Magen und Darm, so fand er die Herzaction nach einer Stunde verlangsamt (7 Schläge per Minute), auf Reizung wurde die Bewegung rascher, kehrte jedoch bald wieder in das vorige Tempo zurück. Die anderen Muskeln reagirten gar nicht mehr auf Reize. Noch schneller trat der Erfolg ein, wenn er Frösche mit geöffneter Brust und Bauchhöhle in eine Opiumlösung eintauchte (nach 12 Minuten Verlangsamung, nach 20 Minuten Stillstand der Herzbewegung). Wurden ausgeschnittene Herzen ins Wasser gelegt, so nahm die Pulsfrequenz ab bis zum schliesslichen Erlöschen, nach ungefähr 20 Minuten, während dasselbe Resultat schon nach 7—10 Minuten bemerkt wurde, wenn dem

Wasser Opium zugesetzt worden war. Auch bei Hunden wurde durch Injection von Opiumlösung in das Abdomen Abschwächung der Herzthätigkeit hervorgebracht. Zu gleichem Ergebnis waren auch Kaau-Boerhaave und Cleston gekommen. Whytt aber wies nach, dass die Wirkung des Opiums aufs Herz vorwiegend auf dem Wege des Nervensystems zu Stande komme, da in solchen Fällen, wo z. B. bei Fröschen Enthauptung und Rückenmarkszerstörung vorausgeschickt worden war, die Wirkung viel später als in den oben erwähnten Versuchen erfolgte. Der Parallelismus von Sensibilität und Irritabilität erhelle nach Whytt ferner daraus, dass die Reaction der Reizgrösse entspricht und von der Reizstelle abhängt. So entstehen z. B. bei Fröschen, auf Reizung der Schenkelmuskeln, wohl Contractionen, aber lange nicht so intensive wie nach Verletzung der Zehen, aus dem Grunde, weil die Sensibilität der Füsse viel grösser als diejenige ist, welche die Schenkel besitzen. Das Hauptgesetz der Whytt'schen Lehre lautete: Die Muskelbewegung schöpft ihre Kraft aus dem Nervensystem und hat ihre letzte Ursache in der empfindenden Seele, wenn sie auch unmittelbar auf dreierlei Weise angeregt werden kann, nämlich durch den Willen, durch die Nervenkraft oder durch einen äusseren Reiz. „A certain power of influence proceeding originally from the brain and spinal marrow lodged afterwards in the nerves and by their means conveyed into the muscles, is the immediate cause of contraction.“ Ueber die Natur dieses Nervenimpulses, den er nur nach dem Sprachgebrauch als „Animal or vital spirits“ bezeichnet, wagt sich Whytt, getreu seiner nüchternen Denkungsart, nicht auszusprechen.

Zur Begründung seiner Ansicht wies er unter Anderem darauf hin, wie unzulänglich die bloss jatromechanischen und jatrochemischen Erklärungen der Muskelbewegung ausfielen.

Auch beweise der Umstand, dass Zerstörungen, Compressionen der Nerven oder des Rückenmarks Lähmungen verursachen, den grossen Einfluss, welchen das Nervensystem auf die Bewegung äussert. Die weitgehenden Schlüsse, die man aus den an niederen Thieren oder Acephalen gemachten Beobachtungen zu ziehen pflegte, entbehrten aller Wahrheit. Denn ebenso, wie man nach diesen Beobachtungen urtheilte, dass das Nervensystem auch bei höheren Thieren nicht unmittelbar nöthig sei zum Zustandekommen der Bewegung, so könne man mit demselben Schein von Berechtigung sagen, vollkommene Thiere bedürfen nicht nothwendig des Blutkreislaufs oder des Herzens, weil monströse Föten oder niedere Thiere ohne dieses beobachtet worden sind. „No reasing drawn from a few monstrous cases can be sufficient to overthrow a doctrine founded upon the plainest phaenomena observed in experiments in perfect animals and confirmed by almost numberless experiments made upon them.“ Wenn das Gehirn fehlt, könne die Natur andere Wege haben, um zu ihrem Ziele zu gelangen, bei höheren Thieren liegt jedenfalls die Grundursache der Muskelcontraction im Nervensystem. Wenn auch die Reizung der Muskeln selbst Bewegung hervorruft, so unterscheide sich der Erfolg wesentlich von jenem, der durch Reizung des Nervensystems in Erscheinung tritt. Im ersteren Falle ist die Contraction verhältnismässig schwächer und localisirt auf die Reizstelle, im letzteren sind die Zuckungen stärker und verbreiten sich auf benachbarte oder selbst entfernt liegende Theile.

Von den zugehörigen Nerven oder dem Rückenmark und der Med. obl. lassen sich heftige Convulsionen auslösen; reizt man bei erhaltenem Rückenmark z. B. den Schenkel eines enthaupteten Frosches, so greifen die Zuckungen auch auf den anderen über, ein Resultat, das nach Zerstörung des Rückenmarks nicht mehr erzielt werden kann. Schon daraus,

meint Whytt, lässt sich entnehmen, dass die Nerven nur an ihren Ursprungsstellen Communication besitzen (im Gehirn oder Rückenmark), und in dieser Communication liege vielleicht die einzige Sympathie der verschiedenen Körpertheile. Für die Geschichte der Lehre von den Reflexbewegungen ist diese Aeusserung ausserordentlich bemerkenswerth, denn sie verräth eine Vorausahnung des wahren Sachverhalts, indem die sympathischen Phänomene, die Erscheinungen des Consensus, welche ja eine so grosse Rolle in der alten Pathologie spielten und theilweise mit Reflexphänomenen coincidiren, auf ein Ueberspringen der Nervenimpulse von einer zur anderen Nervenwurzel zurückgeführt werden.

Den schlagendsten Beweis für die Beeinflussung der Bewegung durch das Nervensystem resp. durch ein beseelendes Princip sah Whytt in der Zweckmässigkeit, mit der auch enthauptete Kaltblüter auf Reize reagiren.

Gerade derartige Beobachtungen, welche zu den interessantesten des Zeitalters gehören, legten ihm den Gedanken nahe, dass das „sentient principle“, „die Seele“, nicht allein an das Gehirn gebunden ist, sondern in jedem Körpertheil lebt und webt, mindestens aber dort, wo Nerven entspringen. „Whoever considers the struction and phaenomena of the animal frame, will soon be convinced that the soul is not confined for an indivisible point, but must be present at one and the same time if not in all the parts of the body, yet, at least whereever the nerves have their origin, it must be at least diffused a long and great part of the brain and spinal marrow.“

Aus den im höchsten Masse anziehenden Versuchen Whytt's wollen wir einige hervorheben, welche scheinbar überzeugend für die Allgegenwart der Seele sprachen und von den in unserem Jahrhundert angestellten Experi-

menten nur durch Details, nicht aber im Wesen verschieden sind.

Bei einer drei Tage früher enthaupteten Viper bewegten sich nicht allein die unmittelbar durch den Reiz betroffenen Muskeln, sondern auch andere, durch welche eine Abwehr bewirkt zu sein schien. Die beabsichtigte Abwehr wollte Whytt sehr oft bei enthaupteten Fröschen, die mit Bewusstsein und planmässig herumhüpften, erkannt haben. Reizt er einen enthaupteten Frosch an einem Schenkel, so näherte sich die Extremität dem Rumpfe und zog sich auf fortgesetzte Reizung ganz zurück. Wurde ein Schenkel ausgestreckt und in dieser Lage erhalten, so suchte das enthauptete Versuchsthier sofort, wenn die Zehen verletzt oder gekneipt wurden, den Schenkel an den Leib zurückzuziehen. Weshalb sollte in einem solchen Falle — meint Whytt — nicht statt der zweckmässigen Beuge- eine Streckbewegung der Extremität hervorgerufen werden, wenn der Muskel nicht durch das empfindende Princip geleitet wäre?

Bei Verstärkung der Reize trat die Musculatur des anderen Schenkels, ja selbst des ganzen Stammes in Action, und bisweilen bewegte sich das Thier von einer Richtung in eine andere, um zu entweichen. Schnitt oder stach er z. B. die Zehen der hinteren Extremitäten, so erhob sich manchmal der ganze Körper über den Tisch und hüpfte auf einen anderen Platz.

Nebst seinen eigenen Versuchen berücksichtigte Whytt auch alle Beobachtungen seiner Vorgänger, welche die Hypothese des Animismus zu stützen geeignet waren, wie die Mittheilungen von Boyle, Redi, Swammerdam, Peyer, Baglivi, Kaau, Haller[4]) u. A. über die Lebensäusserungen enthaupteter Kaltblüter oder Insecten. Wir haben oben erwähnt, dass auf die Zweckmässigkeit hie und da aufmerksam gemacht wurde, Whytt aber war der Erste, welcher diese

Versuchsergebnisse zur Bestätigung des Stahl'schen Systems heranzog und kritisch verwerthete.

Allerdings hielt er auch die convulsivischen Bewegungen, welche bisweilen an den abgeschnittenen Köpfen bemerkt werden, ebenso beweisend für die Allgegenwart der Seele.

Solche Beobachtungen erinnerten ihn daran, dass auch beim Menschen ohne Willensingerenz viele Bewegungen vorgenommen werden, welche der Abwehr von Reizen, dem Schutze des Organismus dienen sollen; fallen z. B. einige Tropfen heissen Wassers auf einen Schenkel, so contrahiren sich die Muskeln sofort unwillkürlich, um das Bein zurückzuziehen.

Ausser der Zweckmässigkeit schien noch ein Umstand die Annahme einer „Beseelung" der Musculatur zu bekräftigen, nämlich die Thatsache, dass starke Reize heftige und mit Erschlaffuug alternirende Contractionen auslösen, wenn auch der Reiz bereits zu wirken aufgehört hat. Dieses Nachwirken der Reaction dünkt Whytt mit einem bloss mechanischen Moment (Elasticität der Fasern) nicht vereinbar. Sogar der Lichtreflexaction der Iris sollte das „sentient principle" insoferne zu Grunde liegen, als die Stärke oder Schwäche der Contraction durch dasselbe geregelt wird. Die Erklärung der Pupillarreaction wurde geradezu der Ausgangspunkt der Lehre von den Reflexbewegungen.

Ja, allein aus der Art, wie man die Pupillenreaction zu erklären versuchte, lässt sich ein sicherer Schluss auf die Grundgedanken des ganzen Lehrgebäudes machen.

Haller führte das Phänomen auf die Reizbarkeit zurück; durch den Lichtreiz veranlasst, finde ein grösserer Zufluss Blut statt, wodurch es zu einer Verbreitung der Iris komme. Porterfield hingegen, um einen energischen Vertheidiger

des Animismus zu nennen, gibt als wirkende Ursache des Mechanismus das Bestreben der Seele an, dem zu starken Lichtreiz durch Zusammenziehung der Uvea entgegenzuwirken. Eine ganz besondere Stütze erhielt diese Anschauung durch die Untersuchungen Fontana's[5]), welcher nachwies, dass die Pupillenreaction durchaus nicht vom Auffallen der Lichtstrahlen auf die Iris, also von einer Reizung der Regenbogenhaut, sondern lediglich vom Eindringen des Lichts ins Innere des Auges abhängig ist, und der deshalb, da man einen anatomischen Zusammenhang zwischen beiden Membranen nicht kannte, die Bewegung für willkürlich erklärte.

Gegenüber den Einwürfen, dass die Muskeln, namentlich aber das Herz, auch nach der Trennung vom Körper oder nach Durchschneidung der zugehörigen Nerven noch Contractionsfähigkeit beibehalten, behauptete Whytt, die Irritabilität rühre in solchen Fällen von dem zurückgebliebenen Nerveneinfluss her, und namentlich die Herznerven besässen hinlänglich eigene Bewegungskraft. Da er im Gegensatz zu Stahl als wirksames Bewegungsprincip nicht die denkende, sondern die empfindende, ohne Ueberlegung und Vorbedacht handelnde Seele annahm, mit deren Thätigkeit nicht immer Bewusstsein verknüpft wäre, so fiel es ihm leicht, auch die automatischen Bewegungen des Herzens in den Wirkungskreis der „Seele" und somit des Nervensystems einzubeziehen. Whytt's „Seele" ist der Kraftpunkt, in welchem die Umwandlung von Empfindungsreizen in Bewegungsimpulse vollzogen wird, jenes Princip, das bald mit Bewusstsein verknüpft ist, bald unter die Schwelle des Bewusstseins fällt, je nachdem es sich um willkürliche oder unwillkürliche Thätigkeit handelt. In beiden Fällen setzte Whytt Empfindung voraus, während es sich doch in dem letzteren nur um Irritabilität handelt, einen Unterschied, den Glisson durch die Bezeich-

nungen Perception und Sensation lange vorher kenntlich gemacht hatte.

Auch Unzer (1727—1799), welcher das Stahl'sche System vortheilhaft modificirte und die grössten Verdienste um die Begründung der Lehre von den Reflexbewegungen sich erwarb, trennte beide Vorgänge strenge[6]). Als Gefühl bezeichnete er den Nerveneindruck, als Empfindung hingegen die Vorstellung des Nerveneindruckes in der Seele; nicht jedes Gefühl wird daher zur Empfindung. „Wenn ein Nerv," sagt Unzer, „durch ein ihm beigebrachtes Gefühl gereizt wird, so bewegt dieses Gefühl den Muskel, in welchem er sich vertheilt, wenn auch die Seele an dem Gefühl keinen Antheil nimmt."

Dementsprechend kämen viele thierische Bewegungen ohne Mitwirkung der Seele durch Reizung der Nerven, durch das Gefühl, ohne Bewusstsein zu Stande. Physikalische Reize, die aufs Gehirn, Rückenmark oder die Nerven wirken, könnten unter Umständen Bewegungen hervorbringen, die der willkürlichen vollkommen gleichen, mag der Reiz nahe oder vom Gehirn weit entfernt angebracht sein. „Reizt man bei einem enthaupteten Frosch mit einer Nadel die Wunde im Rückenmark, so zieht der Rumpf seine Beine an sich und thut einen Sprung ebenso, als ob der Gedanke diese willkürliche Bewegung verrichtet hätte . . . Der Gedanke von einer angenehmen Speise kann uns Appetit machen, zu essen, der Geruch einer Speise, welchen die Seele empfindet, kann eben dasselbe thun; hingegen kann auch von einem geheimen Reize der Nerven im Magen, von dem die Seele nichts empfindet, ein heftiger Hunger entstehen. Ein verliebter Gedanke, eine Empfindung der Seele kann bei Thieren den Trieb zur Fortpflanzung rege machen, allein die blosse Sinnlichkeit kann dasselbe bei Thieren, denen der Kopf abgeschnitten

worden, ohne alles Zuthun der Seele bewerkstelligen. Die Rache kann ein Thier zur Gegenwehr reizen, und diesen Eindruck in das Sensorium macht die Seele. Wenn irgend ein anderer Reiz das Sensorium auf gleiche Weise angreift, so setzt sich die Maschine ebensosehr zur Gegenwehr. Ich habe selbst bei einem in der Mitte des Leibes durchgeschnittenen Ohrwurm, der so hungrig war, dass der Obertheil mit grosser Begierde den Bauch auffrass, gesehen, dass sich bei jedem Bisse des Kopfes in seinen Bauch die am Ende des Bauches befindlichen Zangen ausbreiteten und zusammenzogen, wie sie an diesen Thieren immer thun, wenn man sie angreift und sie sich wehren wollen."

Unzer führt eine grosse Anzahl fremder und eigener Beobachtungen an, welche unwiderleglich beweisen sollen, dass höchst zweckmässige Thätigkeiten bloss durch Nervenwirkungen, durch die Sinnlichkeit erfolgen. Es zeigt sich in dieser Deutung ein unverkennbarer Fortschritt. Stahl liess alle Bewegungen durch die mit Vorbedacht handelnde Seele zu Stande kommen, nach Whytt gibt es auch nur eine Art von Bewegungen, da alle ihren Ursprung in dem empfindenden Princip haben; Unzer unterscheidet zuerst in klarer Weise Bewegungen, die willkürlich durch die Seele mit begleitendem Bewusstsein vor sich gehen und solche, die lediglich der Nervenkraft ihre Entstehung verdanken. Zu letzteren gehören namentlich die merkwürdigen Thätigkeitsäusserungen enthaupteter Thiere. „Die Taube, welcher der Kopf abgeschlagen wird, rennt noch sehr weit fort, bis sie irgendwo anstösst; der Frosch springt ohne Kopf weiter. Die Fliege fliegt davon, eine Schlange, ein Fisch, ein Wurm windet und krümmt sich, sobald man diese Thiere berührt, ob sie gleich nicht mehr empfinden können. Die Fliege bürstet automatisch ihre Vorderfüsse vermöge eines natürlichen Triebes, ob ihr gleich der Kopf genommen

ist. Eine Schnecke sucht nach abgeschnittenem Kopfe ihre Nahrung durch ihr gewöhnliches Hin- und Herfühlen, eine enthauptete Schildkröte richtet sich auf oder bemüht sich wenigstens darum, wenn man sie auf den Rücken gelegt hat; ein Bienenbauch sticht noch, wenn er gereizt wird; die enthaupteten Thiere, die sich mit ihren Hinterfüssen wehren, treten damit aufs Gewaltigste bei jeder Berührung, die ihre Nerven stark angreift; die Grillen schwirren ohne Kopf, welches bei ihnen der gewöhnliche Reiz der Liebe ist" ... Unzer gab die erste ungekünstelte Erklärung der bewusstlos sich vollziehenden Bewegungen, indem er in der Nervenkraft, welche das Wesen der thierischen Natur ausmachen soll, ein Princip aufstellte, das in viel höherem Masse die Erscheinungen zusammenfasste, wie Haller's Irritabilität. Obzwar er ursprünglich von Stahl ausgegangen war, kam er im Laufe seiner Untersuchungen von den grossen Extravaganzen des Animismus immer mehr zurück und rückte den vielfach verschlungenen Bewegungsmechanismus in helleres Licht, indem er wenigstens zum Theile den Vorgang der Reflexaction erfasste und auseinandersetzte. Gemäss der Unterscheidung zwischen Gefühl und Empfindung, bewusster und unbewusster Bewegung lässt Unzer nicht jeden Reiz bis zur Seele emporstreben, ein grosser Theil der Reize findet, bevor er zum Gehirn gelangt, wieder Ableitung nach der Peripherie; an letzteren nimmt die Seele keinen Antheil, die von ihnen angeregten Bewegungen vollziehen sich ohne Ingerenz des Willens, ohne Bewusstsein. Solcher Art sind die meisten thierischen Bewegungen, „indem derartige Reize gegen das Gehirn emporstreben, abwärts geleitet und gleichsam reflectirt, nämlich durch die Nervenknoten aufgehalten und abgeleitet werden" ... „Wenn man einem ruhig liegenden gesunden Frosch eine Zehe quetscht, so geht dieser äussere sinnliche Eindruck hinauf in sein Gehirn. Da-

selbst wird er auf die Nerven der Gliedmassen zurückgewendet. Die Wirkung besteht darin, dass das Thier seine Glieder regt, sich aufsetzt und fortspringt. „Schneidet man den Kopf weg, quetscht abermals die Zehe, so sieht man denselben Erfolg. In diesem Fall muss der äusserliche, sinnliche Eindruck in die Zehe, ob er gleich nicht bis zum Gehirne gelangt ist, doch im Nerven aufwärts nach dem Gehirne gehen, denn durchschneidet man den Nerven dieses Fusses im Schenkel, so erfolgt keine Wirkung. Es hat sich also der in den Zehennerven geschehene äussere sinnliche Eindruck auf seinem Weg irgendwo auf die Nerven der Gliedmassen umwenden und ihnen einen inneren sinnlichen Eindruck geben müssen, der von diesem Wendungspunkte an durch die Stämme der Nerven in ihre Zweige und bis in die Muskeln zurückgegangen ist. Zerschneidet man aber den Nerven des Schenkels desjenigen Fusses, dessen Zehe nicht gequetscht wird und den also bloss dieser innere Eindruck des reflectirten äusseren (von der Quetschung am anderen Fusse) in Bewegung gesetzt hat, und quetscht man den letzteren abermals, so wird sich jener nicht mehr bewegen, obgleich die übrigen Glieder die Bewegung wiederholen.“ Aus den angefürten Stellen ergibt sich wohl unzweideutig, dass Unzer das Wesen des Reflexmechanismus nicht fremd war, wenn er auch den Unterschied von Empfindungs- und Bewegungsnerven nicht kannte. Dagegen machte er in sehr verdienstvoller Weise auf den Nutzen der „Nervenknoten“, die von den meisten Forschern für ziemlich bedeutungslos erachtet wurden, aufmerksam und theilte ihnen schon die Rolle der Uebertragung solcher Impulse zu, die nicht in den Bereich der Seele fallen. Mit einer Art prophetischer Vorausahnung sagt er von ihnen Folgendes: „Vermuthlich würden die Erfolge ganz verschieden ausfallen, wenn man die Hauptnerven über, als wenn man

sie unter den Knoten bände oder zerschnitte. Die Verschiedenartigkeit des Erfolgs der Herznervenreizung beruht vielleicht darauf.“

Anschliessend an die Bemerkungen Unzer's über die Bedeutung der Nervenknoten wollen wir, da die Lehre von der Function der Ganglien später eine bedeutende Umwälzung der Nervenphysiologie bewirkte, die wichtigsten Anschauungen streifen, obzwar diese Abschweifung eigentlich ausserhalb die Ummarkung unserer Darstellung fällt.

Die Alten ergingen sich über die Function der Ganglien kaum in Vermuthungen, man glaubte, sie entstünden durch Druck und vermehrten die Stärke der Nerven. Nach Galen, welcher Ganglien oberhalb des Larynx im Thorax und Abdomen beschrieb (De usu part. Lib. XVI) wurde auf sie in der Anatomie lange Zeit hindurch keine Rücksicht genommen, bis Fallopio endlich Einiges über die „Corpora olivaria“ mittheilte; seither finden sich bei den meisten Anatomen kürzere oder längere Beschreibungen. Koyter bezeichnete die Ganglien als glandulosa corpora eaque dura et crassa, Spighel als drüsenähnliche Knoten. Von Riolan rührt die Benennung Ganglien her. Willis beschrieb sie vollständiger, aber erst Morgagni erkannte, dass sie aus weisser und grauer Substanz bestehen.

Was die Vorstellungen anbelangt, die man sich über den Nutzen der Nervenknoten bildete, so rückte die Speculation nur sehr allmählich den modernen Anschauungen näher. Galen meinte, wo ein dünner Nerv sich weit verbreiten oder starke Bewegungen erregen sollte, da erhalte er ein Ganglion (De usu part. Lib. XVI, c. 5). Diese Ansicht von der Verstärkung der Nerventhätigkeit erhielt sich in wechselnder Form dauernd durch viele Jahrhunderte, insbesondere solange man an der Existenz der Nervengeister oder des Nervensaftes festhielt. Willis z. B., der die Ganglien als Diverticula

spirituum animalium bezeichnete und in dieser Benennung schon seine physiologische Meinung verrieth, verglich sie mit den Pflanzenknoten und schrieb ihnen die Function zu, die thierischen Geister aufzunehmen und ihnen ihre Strömungsrichtung anzuweisen[7]). Auch nach Vieussens sollten sie zur Aufbewahrung der Nervengeister dienen und andererseits die Festigkeit der Nerven vergrössern. Lancisi wollte gar in ihrer Textur Muskelfasern entdeckt haben, welche geeignet wären, den Lauf des Nervenfluidums zu beschleunigen und verglich sie daher mit untergeordneten Herzchen[8]). In dem Masse, als man die Annahme vom Nervenfluidum als Hypothese erkannte, beschränkten sich gerade die hervorragendsten Forscher darauf, nur die einfach anatomischen Verhältnisse zur Erklärung der Ganglienwirkung heranzuziehen. Nach diesen wären die Ganglien bestimmt, die Vertheilung gewisser Nerven in eine grosse Anzahl von Fäden zu begünstigen, die Vereinigung vieler kleiner Nerven zu veranlassen, und den Durchzug in verschiedenen Richtungen zu den zugehörigen Nerven zu ermöglichen (Meckel, Zinn, Haase, Scarpa). Porter meinte, sie dienten zur Vertheilung der Blutgefässe in den Nerven. Gleichzeitig befestigte sich aber eine andere von Winslöw gegründete Meinung, nach welcher die Ganglien gleichsam als cerebra secundaria subordinata sive parva aufgefasst (Exposit. Anat. Traité des nerfs § 364) und mit einer gewissen Selbstständigkeit ausgestattet wurden. Winslöw und andere Physiologen vertraten die Ansicht, dass die Ganglien in ihrer Leistung dem Gehirn ähnlich sind und untergeordnete Quellen der Nervenkraft darstellen. Dadurch sollten sie fähig sein, noch lange, nachdem alle Verbindung mit dem Gehirn abgeschnitten ist, Nervenkraft auszuspenden. Daran schloss sich die Idee, dass die Ganglien den Einfluss des Willens hindern, gewisse Vorgänge des Organismus vom Gehirn unabhängig zu machen.

Zuerst war es Le Cat, dann Jacob Johnstone[9]), welche diesen Gedanken zu einem ganzen Systeme ausbildeten. Johnston wollte darthun, dass die Nervenknoten allein die unwillkürlichen und automatischen Bewegungen ermöglichen. Durch die Ganglien würden die Bewegungen des Herzens und der Eingeweide von der frühesten Zeit an gleichförmig und unwillkürlich gemacht. Argumente hiefür erblickte er in seinem, wie auch Haller's und Whytt's Versuchen, welche dargethan hatten, dass es unmöglich sei, die Herzthätigkeit durch Reizung vom Rückenmark oder Gehirn aus zu modificiren. Ausserdem verwies er auf die anatomischen Verhältnisse, d. h. darauf, dass die Nerven, welche unmittelbar unter dem Seeleneinfluss stehen, wie z. B. Olfactorius, Opticus, Acust. etc. keine Ganglien besitzen im Gegensatze zu jenen, welche unwillkürliche Bewegungen leiten.

Begreiflicher Weise verglich sie Johnstone mit kleinen Gehirnen, aus Rinden und Marksubstanz bestehend, welche, obzwar sie eine Zeit lang unabhängig vom Gehirne wirken können, dennoch demselben untergeordnet sind, andererseits aber durch Leitungsunterbrechung die Lebensbewegungen von der Macht des Willens unabhängig zu machen, bestimmt sind. Ganglions seem analogous to the brain in their office: subordinate springs and reservoirs of nervous power, they seem capable of dispensing at long after all communication with the brain is cut off etc. Die Anschauungen Johnston's, der von Tissot, Monro u. A. in Schutz genommen wurde, suchte namentlich Haase deshalb zu bekämpfen, weil auch willkürliche Muskeln ihre Nerven aus Ganglien erhalten und andererseits Nerven, welche unwillkürliche Actionen leiten, oft gar nicht mit Nervenknoten versehen sind.

Die Anhänger Haller's führten den grössten Theil der Reflexvorgänge auf die Irritabilität zurück und meinten, dass

durch die Ganglien die Leitung nach dem Gehirn beschränkt und die Empfindung abgestumpft werde[10]).

Von der Hypothese Johnston's zur Annahme, dass die Ganglien die wichtigste Rolle in den Erscheinungen des Consensus, der Sympathie, also der Reflexvorgänge spielen, war bloss ein Schritt, diesen thaten Cheselden, Isenflamm, Winterl, Pfeffinger, ganz besonders aber Unzer und Prochaska (1749—1820[11]). Letzterer erklärte die Ganglien unzweideutig als Vermittler der Reflexbewegungen, untergeordnet dem als Sensorium commune bezeichneten Centralorgan. „Probabile igitur esse videtur praeter Sensorium commune, quod in medulla oblongata, medulla spinali ponte Varolii, cruribus cerebri cerebellique etc. esse conjecimus dare sensoria particularia in gangliis ac concatenationibus (Anastomosen!) nervorum in quibus impressiones externae per nervos ascendentes reflectantur, quia opus habeant ad Sensorium commune plane ascendere, ibidem reflectendae[12]).“ Prochaska erkannte auch die Wichtigkeit der Ganglien für die Bewegung des Herzens und erklärte damit einerseits die Unabhängigkeit desselben vom Willen, andererseits die Möglichkeit der Beeinflussung durch die Leidenschaften. Im normalen Zustande heben sie die Verbindung mit dem Gehirn auf, hemmen also willkürliche Eingriffe, reichen aber im Sturme der Leidenschaften nicht hin, den Einflüssen derselben Halt zu gebieten. Pfeffinger (De structura nervor. Argent. 1782) kam der Wahrheit noch näher, indem er die Hypothese von Empfindungs- und Bewegungsnerven für ein nothwendiges Postulat erklärte und die Ansicht vertrat, dass das Herz sich nicht contrahiren könnte, wenn nicht die, von Reizung seiner Höhlen herrührenden Eindrücke durch Empfindungsnerven den Ganglien, und von diesen vermittelst der Be-

wegungsnerven zurückstrahlend auf die Muskelfasern übertragen würden[13]). Georg Prochaska trug auch dazu bei, dass die grössere Selbstständigkeit des Herzens und der Eingeweide der Erkenntnis zugänglich wurde, indem er erklärte, dass die Impulse vom Gehirn und Rückenmark durch die Ganglien, die er mit elektrischen Halbleitern verglich, welche gewöhnlich isoliren, unter Umständen aber leitend werden, Widerstand finden, und dass daher in den Experimenten nach Reizung des Centralorgans zwar Muskelkrämpfe auftreten, aber Herz und Eingeweide vom Reiz nicht betroffen werden.

Trotzdem er sich der Wahrheit vollbewusst war, schämte er sich doch nicht, getreu dem naturwissenschaftlichen Grundsatz, dass das Wahre erst durch exacte Beweise „wissenschaftlich" werde, sein Lehrgebäude als Hypothese zu erklären, welche zur Nachprüfung nur anregen sollte. Tota tamen haec de usu gangliorum nerveorum sententia non nisi conjectura plane improbabilis est Eruditorem examine digna, quae forte scintillam veritatis habet, qua perspicax alicujus ingenium majorem lucem nobis accendere posset. Durch Marshall-Hall wurde dieses Licht in vollem Glanze verbreitet. Vorerst aber musste die Entdeckung centrifugaler und centripetaler Nervenleitung folgen!

---

[1]) Alex. Stuart hielt die erste Croonian lecture im Jahre 1738. „Three lectures on muscular motion." Phil. Trans. Vol. 41. Bezüglich der „Croonian lecture" vide History of the Royal Society by Ch. R. Weld, Lond. 1848. Vol. I, p. 289: „In 1684, the Society lost another of its original and valuable members, in the person of Dr. Croone, who died of a fever, on the 12th October in that year. Besides contributing some important Papers to the Society of Anatomy, he left a plan of two lectureships which he designed to found; one, to be read before the College of Physicians, with a sermon to be preached at the church of St. Mary-le-Bow; the other, to be delivered yearly before the Royal Society, upon the nature and laws of muscular motion" etc.

[2]) Ph. Trans. 1732. „Experiments to prove the Existence of a Fluid in the Nerves."

[3]) Physiological essays containing an inquiry into the causes which promote the circulation of the fluids in the very small vessels of the animals, with observations on the sensibility and irritability on the parts of man and other animals. Edinb. 1752. Franz. Paris 1759. An essay on the vital and other involuntary motions of animals. Lond. 1751.

[4]) Whytt, Phys. essays. p. 234. Hales ligirte den Hals eines Frosches und schnitt den Kopf ab. Wurden Reizungen vorgenommen, so wich das enthauptete Thier zurück. Nach Zerstörung des Rückenmarks wurden keine Reactionsäusserungen bemerkt.

[5]) De' moti dell' iride. Lucca 1765.

[6]) Gedanken vom Einflusse der Seele in ihren Körper. Halle 1746. Grundriss eines Lehrgebäudes von der Sinnlichkeit der thierischen Körper. Rinteln 1868. Erste Gründe einer Physiologie der eigentlichen thierischen Natur der thierischen Körper. Leipzig 1771.

[7]) Doch schrieb er dem Sympathicus, also dem Gangliensystem, die Function zu, den „Consensus" herzustellen: „Qua ratione efficitur, ut inter cerebri conceptus et praecordiorum affectus, nec non inter actiones passionesque fere omnium totius corporis partium, quae ad functionem involutariam pertinent, consensus et commercia quam citissima habeantur."

[8]) Epist. ad Morgagni de gangliis nervorum.

[9]) Essay on the use of the ganglions of the nerves. Shrewsbury 1771.

[10]) Haller, Elem. phys. X. Arnemann, Vers. über d. Regeneration.

[11]) Opera minora. Vienn. 1800. Cf. besonders Annotationes academicae. Prag 1780—1884. Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. Wien 1797.

[12]) Zu jenen, welche dem Gangliensystem des Sympathicus eine gewisse Unabhängigkeit vindicirten und dasselbe zum Werkzeug des „Consensus" machten, gehörten später u. A. Bichat, Humboldt, Treviranus, Wutzer, Reil, Burdach. Die merkwürdigen Phänomene des Mesmerismus, der Clairvoyance trugen namentlich viel dazu bei, dass man dem Cerebrospinalsystem ein unabhängiges „Gangliensystem" entgegenstellte.

[13]) Seine Ansicht wurde später zuerst von Lallemand und Brachet experimentell bestätigt.

III.

Das Experiment unter dem Einflusse der Chirurgie.

Multa renascentur quae jam cecidere...

Bevor das Gehirnexperiment ausschliesslich dem Arbeitsprogramm der Physiologen eingereiht wurde und rein wissenschaftliche Principien, Weg und Ziel bestimmten, nahmen es hervorragende Chirurgen um die Mitte des 18. Jahrhunderts auf sich, ein mit den Erfordernissen der Praxis in innigstem Connex stehendes Thema aufzugreifen und in systematischer Behandlungsweise der Lösung zuzuführen. Es war dies zur Zeit, als Haller's Ideen in der wissenschaftlichen Welt zur Herrschaft gelangten und auch die Gehirnphysiologie von dem Meister der Experimentalforschung in Angriff genommen wurde. Man müsste füglich über das Unternehmen der Chirurgen staunen, wenn man nicht in der Verfolgung der Arbeit, welche Haller und seine Anhänger in den Dienst der Gehirnphysiologie stellten, zur Einsicht käme, dass die gewonnenen Resultate zwar zur Festigung der Irritabilitätslehre dienten, aber den concreten Wünschen der ärztlichen Kunst wenig entsprachen. Die Versuche Haller's und der in seinem Geiste wandelnden Anatomen verrathen ausserdem zu deutlich, dass sie am allerwenigsten in der Absicht angestellt wurden, die specielle Kenntnis von den Leistungen des Gehirns zu fördern, sie beschäftigten sich nur mit dem damaligen Um-und-auf: Wie steht es mit der Sensibilität des Organs? Die wahren Vertreter der Experimentalphysiologie, soweit sie sich

mit der Bestimmung der Hirnfunctionen, mit der Realisirung des Localisationsgedankens, mit Enträthselung der pathologischen Phänomene abgab, waren nicht die Physiologen, sondern in weit höherem Masse jene Chirurgen, die darnach strebten, der noch losen Vereinigung von künstlerischem Wirken und rationellem Erkennen ein festeres Gefüge zu verleihen. Wo anders konnte dieses Streben zunächst von Erfolg gekrönt sein als in Frankreich, jenem Lande, wo der Chirurgie zuerst wissenschaftliche Ebenbürtigkeit mit der Medicin zu Theil wurde, wo man, die Vorurtheile des Standes zerschmetternd, aus dem banausischen, roh empirischen Handwerk eine zielbewusste, vom Hauch der Wissenschaft durchwehte Kunst zu schaffen verstand, die aus dem kühl abwägenden Gedanken Wurzel und treibenden Saft zog. Anspornung bot sich namentlich, seitdem es den Bemühungen Maréchal's und La Peyronie's gelungen war, der Chirurgie, trotz des Widerstrebens der Facultät, welche gegen den Hochdruck der höfischen Gunst auf die Dauer nicht anzukämpfen vermochte, eine Heimstätte zu errichten, eine Akademie zu gründen, in deren Ziele es lag, das wissenschaftliche Niveau der Wundarzneikunst zu heben. Das Wechselverhältnis zwischen Physiologie und chirurgischer Pathologie gestaltete sich so innig, dass die Schriften der hervorragendsten Vertreter jener Zeit von der physiologischen Denkweise völlig durchtränkt erscheinen, und dass die Namen, welche den Ruhmeskranz der französischen Chirurgie zieren, auch in der Geschichte der Physiologie glänzen. Man kann, sagt Flourens, die lange Reihe von Beobachtungen, welche Quesnay, La Peyronie, Pourfour du Petit, Louis u. A. übermittelten, nicht durchstudiren, ohne zu glauben, man habe es mit physiologischen Forschungsergebnissen zu thun, und umgekehrt erscheint der physiologische Versuch zum

Theil als chirurgische Operation, aber als eine neue und originelle Operation, zu welcher die praktische Kunst vielleicht nicht gelangt wäre.

Der Gehirnphysiologie kam der Umstand besonders zu Gute, dass sich die Chirurgie des 18. Jahrhunderts mit ausserordentlich grossem Eifer dem Studium der Schädelverletzungen zuwandte und in der Indicationsstellung für die Trepanation eine Liberalität entfaltete, welche einem Missbrauch verzweifelt ähnlich sieht.

Da man die Trepanation zeitweise sogar bei der Hirnerschütterung oder lediglich zu diagnostischen Zwecken vornahm, nicht allein bei bestehender Hirncompression, sondern sogar, um dieselbe zu verhüten, so wurde sie eine der häufigsten Operationen, und nicht zum Mindesten bethätigte sich der Scharfsinn in der Verbesserung der Technik, in der Vervollkommnung des Instrumentariums, ein Fortschritt, welcher auch der Versuchsanordnung der Gehirnexperimente förderlich war.

Im Verlaufe unserer Darstellung fanden wir wiederholt, dass die ausübende Chirurgie Veranlassung zu fruchtbaren physiologischen Beobachtungen gab und die Gelegenheit zur Erweiterung des exacten Wissens reichlich nützte. Bald waren es zufällige Verletzungen, bald die durch die Hand des Wundarztes gesetzten Trepanöffnungen, welche gestatteten, einen Blick ins Verborgene zu thun, und immer nach jedem Eingriff kehrte die Erfahrung des Einzelnen [1]), nicht selten auch das Wissen Aller geklärt oder erweitert zurück. Den wahren Aufschwung konnte die Erkenntnis erst nehmen, als man es nicht mehr auf den Zufall ankommen liess, sondern planmässig Versuche anstellte, als man aus dem verwirrenden Chaos der Erscheinungen die wesentlichen Bedingungen loslöste und das reichgestaltige Leben in den Umkreis eines

leicht überschaulichen Mechanismus drängte. Dass weitdenkende Chirurgen auf Grund ihrer klinischen und technischen Kenntnisse zu derartigen Forschungen am meisten befähigt waren, ist einleuchtend; zu keiner Zeit aber waren sie sich dieser Aufgabe mehr bewusst, als in jener Epoche, wo die Académie de chirurgie ihren moralischen und wissenschaftlichen Rückhalt bildete und durch Ausschreibung von Preisfragen den wissenschaftlichen Erkenntnistrieb mit der Fackel des Ehrgeizes entflammte.

Für die Chirurgie waren die Experimentalforschungen deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil sie den Schlüssel zur topischen Diagnostik enthielten, welche damals schon actuelle Bedeutung besass, da sogar bei Apoplexien von sehr Vielen trepanirt wurde.

Schon im Jahre 1760 forderte die Akademie, entsprechend dem grossen Interesse, welches die Diagnostik und Behandlung der Schädel- und Gehirnläsionen absorbirte, dazu auf, eine Theorie des Contrecoup aufzustellen, welche für die Erfordernisse der Praxis verwerthbare Anhaltspunkte biete: „Établir la théorie des contrecoups dans les lésions de la tête et les conséquences pratiqués qu'on peut en tirer.“

Die unbefriedigende Art der Lösungen gab A. Louis Gelegenheit, seine reichen Erfahrungen zu entwickeln und die grundlegenden Forschungen früherer Autoren, darunter auch des trefflichen Pourfour du Petit, darzulegen. (Recueil d'observations sur le contre coup. Paris 1766.) Dadurch vorbereitet, konnten sich im Jahre 1768, als neuerdings dieselbe Preisfrage ausgeschrieben war, Männer von bewährtem Namensklang an das Problem heranwagen, mit vortrefflichen, auf chirurgische Erfahrungen, Thierexperimente und daraus hergeleitete Schlussfolgerungen gegründete Arbeiten, die im Recueil de pièces qui ont concouru pour le prix de l'aca-

démie royale de chirurgie (Paris 1753—78) veröffentlicht sind. Die werthvollsten, auf das Gebiet der Gehirnphysiologie sich beziehenden Abhandlungen rühren von Saucerotte, Sabourant und Chopart her.

Saucerotte (1741—1814) stützte die Diagnostik auf die Thatsache der contralateralen Innervation, die dadurch zu Stande käme, dass die Spiritus animales in der gegenüberliegenden Hirnhälfte filtrirt werden. Er erwarb sich diese Ueberzeugung, nachdem er unter 28 an Hunden angestellten Versuchen 21mal — die übrigen Versuchsthiere gingen an Verblutung zu Grunde — zum Ergebnis gelangt war, dass Compression oder Verletzungen einer Hirnhälfte Lähmungen auf der contralateralen Seite erzeugen, daher müssten auch die Bewegungsnerven gekreuzt entspringen. Für die Diagnostik stellt er das Axiom auf: „. . . que les nerfs destinés aux mouvements des extrémités tirent leur origine des hémisphères du cerveau, de manière que ceux des parties droites prennent naissance dans l'hémisphère gauche et reciproquement."

Seine Reizversuche lehrten, dass Convulsionen contralateral auftreten, wenn sie die einzige Erscheinung bilden („s'il-y-a convulsion d'un coté du corps et point de paralysie de l'autre, le mal affecte la partie du cerveau opposée à celle du corps qui est en convulsion"), dass dagegen jene Convulsionen, die Lähmungen begleiten, die Seite der Hirnverletzung befallen.

Wie alle Forscher, bemerkte auch Saucerotte namentlich dann intensive Convulsionen, wenn er bei seinen Versuchsthieren ein Scalpell oder Bistouri bis zur Hirnbasis einstiess. (Verletzung der inneren Kapsel, Pedunculi cerebri, pons etc.)

Von grösserem Interesse sind einige Experimente oder, besser gesagt, die dabei gemachten Beobachtungen und Schlussfolgerungen, welche sich nicht allein auf die Motilitätsstörungen

der Extremitäten, sondern auch auf den Facialis und Opticus beziehen und vielfach an die oben erwähnten Versuche Pourfour du Petit's erinnern. Davon sei Folgendes angeführt. Er trepanirte einen Hund über dem rechten Scheitellappen und stiess ein Scalpell senkrecht bis zur Basis durch die Hirnmasse. Wir schicken voraus, dass sich bei der Section des Thieres nach Angabe des Autors vornehmlich die Corpora striata durchschnitten vorfanden, dass es aber ohne Verletzung der angrenzenden cortico-musculären Bahn, der Seh- oder Vierhügel dabei nicht abgehen konnte, lehren wohl die nach der gesetzten Läsion gemachten Beobachtungen. Der Hund verfiel zuerst in Convulsionen und erhielt sich, nachdem diese nachliessen, nur auf den Pfoten der rechten Seite, links zeigten sich beide Extremitäten paralytisch. Ausserdem fand Saucerotte, dass die Schnauze verzogen („Ses babines étaient un peu tirées du coté droit") und das Sehvermögen des linken Auges geschwächt oder gänzlich aufgehoben war. Um das letztere zu prüfen, beobachtete er den Lidreflex, indem er die Fingerspitzen näherte oder an einem dunklen Ort eine Kerzenflamme vor Augen führte, wobei nur die rechte Seite durch Augenschluss reagirte; oder er liess die Versuchsthiere gehen und beobachtete, ob sie in den Weg gelegte Hindernisse vermieden oder nicht, je nachdem das eine oder das andere Auge verbunden war. Nach dem Stande der damaligen Kenntnisse liess sich solchen Versuchen in der That nichts Anderes entnehmen, als dass die Streifenhügel den Vereinigungs- oder Durchtrittsort der Nervenbahnen bilden, welche die Extremitätenbewegung, Lippenbewegung und das Sehen vermitteln; in Bezug auf letzteres entschied sich Saucerotte nicht mit Sicherheit, ob der Sehnerv selbst oder nur jene Nerven, welche zu den „Membranen" des Auges ziehen, durch das Corpus striatum hindurchlaufen. Das beobachtete Facialis-

phänomen bildete den experimentellen Beweis für den anatomisch begründeten Zusammenhang der Hemiplegien und der Facialislähmung.

Soweit war auch Pourfour gelangt, Saucerotte schritt noch weiter, indem er eine gesonderte Localisation der Bewegungsstellen für die vordere und hintere Extremität aufsuchte. Es ist dies das erste Beispiel der Durchführung jenes Gedankens, dessen Wahrheit nachgewiesen zu haben, eine der ersten Leistungen der modernen Hirnphysiologie bildete. Als er bei einem Hunde rechts in der Gegend der Kranznaht eine Trepanöffnung setzte und sodann Hirnmasse abtrug, beobachtete er Lähmung auf der linken Seite, jedoch nur an der hinteren Extremität. Zur Controlle wählte er die gleiche Operationsstelle auf der linken Hirnseite und beobachtete nach gleicher Verletzung Lähmung der rechten hinteren Extremität. Diese Ergebnisse legten ihm die Vermuthung nahe, dass der vordere Theil des Gehirns die hinteren, der hintere Theil des Gehirns dagegen die vorderen Extremitäten innervire. Und richtig, als er bei mehreren Versuchsthieren über der hinteren Partie des Scheitelbeines trepanirte, durch Stich- oder Schnittwunden, welche bis zur Basis meist reichten, Verletzungen der darunter liegenden Hirnmasse vornahm, zeigte sich Lähmung der vorderen Extremität auf der contralateralen Seite. Der Grund des krassen Irrthums, in den Saucerotte verfiel, liegt in den Verhältnissen des Hundehirns. Trepanirte er nämlich entsprechend dem Sulcus cruciatus, so konnte er bei medialer Localisation des Eingriffs nur das Centrum der unterēn Extremität treffen, da das der oberen lateralwärts gelegen ist. Bei den Versuchen der zweiten Kategorie wurde aber die cortico-musculäre Bahn wahrscheinlich in ihrem Verlaufe getroffen. Es ist dies ein treffendes Beispiel für die Mangelhaftigkeit oder Unzuverlässig-

keit von Experimentalfolgerungen, welche nicht auf der allseitigen Kenntnis der Bedingungen basiren und namentlich die morphologischen Verschiedenheiten bei verschiedenen Thierklassen ausser Acht lassen.

Man möge sich nicht wundern, dass Saucerotte, um so mehr als auch die Compressionsversuche in gleichem Sinne ausfielen, sofort die Befunde auf den Menschen übertrug, resp. in der Diagnostik anzuwenden trachtete.

Ganz richtig erklärte er die Wirkung der Extravasate durch Compression und meinte, dass der Druck sich nicht scharf abgrenze, sondern auf die benachbarten Theile einwirke, weshalb manchmal beiderseits oder vorne und hinten Functionsstörungen beobachtet werden. Dagegen liess er sich, gleich vielen Anderen, zur Ueberschätzung der Bedeutung des Corpus callosum verleiten. Bei einem Hunde, bei dem alle Empfindung aufgehoben schien (Augenprüfung durch Kerzenlicht, Nasenreizung durch englisches Salz etc.), erwies sich der Balken völlig gestört; ebenso fand er bei directen Compressionsversuchen Lähmung aller Extremitäten, Anästhesie und Blindheit; doch erklärte er die Lähmung durch Fortpflanzung des Druckes auf die Streifhügel.

Ein sehr grosses Verdienst erwarb sich Saucerotte auch durch seine Beobachtungen bei Kleinhirnversuchen, wo ihm allerdings Lorry schon vorgearbeitet hatte. Zunächst bemerkte er eigenthümliche Zwangsbewegungen. So beschreibt er mehrere Versuche, in denen die Thiere, wenn ein Scalpell durch die über dem Occiput gesetzte Trepanöffnung ins Kleinhirn gestossen wurde, bogenförmig nach der Seite der Verletzung gezogen werden (z. B. bei rechtsseitiger Trepanation „courbé en arc du coté droit“), als er tiefer eindrang, traten Rollbewegungen um die Längsachse ein. („Il se roulait comme une boule sur le plancher.“)

Saucerotte erklärte dies damit, dass die Nerven des Halses und Rückens vom Kleinhirn entspringen, dass contralateral (man dehnte das Gesetz vom Grosshirn eben auch auf das Kleinhirn aus) Lähmung entstehe und in Folge dieser, durch Contraction der Antagonisten Bogenkrümmung, resp. Rollbewegung nach der verletzten Seite hin bewirkt werde. Operirte er über der Mitte des Occiput (Mittellappen des Kleinhirns!), so erfolgte Opisthotonus, also wahrscheinlich (wie auch Ferrier fand) Hintenüberfallen mit gleichzeitigem Rückwärtsziehen des Kopfes.

Bei tiefen Verletzungen bemerkte er eigenthümliche Zwangsbewegungen in Form von Kratzbewegungen. („Il avait à tout moment ses pattes en action comme pour se gratter.") Derartige Phänomene wurden von Saucerotte als Beweise für bestehende Hyperästhesie angesehen, um so mehr, als die Versuchsthiere wiederholt Schreie ausstiessen. Diese Beobachtungen harmonirten mit jenen, die Pourfour bereits gemacht hatte.

Ganz besonderen Werth besitzen auch die Bemerkungen, dass bei tieferen, ins Centrum dringenden Läsionen des Cerebellums neben der „Hyperästhesie" noch hochgradig auffallende Bewegungsstörungen der Augen gefunden werden, die er als continuirliches Schwanken bezeichnete. („Les globes des yeux étaient aussi dans un mouvement continuel." — „Les globes de ses yeux étaient aussi dans une agitation continuelle.") Saucerotte ist demnach der Erste, der den Nystagmus bei Kleinhirnverletzungen erkannte. Dass bei den Experimenten oft die Medulla oblongata mitverletzt würde, wie er als aufrichtiger Naturforscher besonders hervorhebt, alterirt nicht das Mindeste an der Gültigkeit der Resultate, um so mehr als Nystagmus und Zwangsbewegungen auch nach bestimmten Läsionen des verlängerten Markes bekannte Erscheinungen bilden.

Die Endresultate und Schlussfolgerungen, welche Saucerotte auf Grund seiner Versuche für die Diagnostik aufstellt, sind kurz gefasst folgende: Hemisphärenverletzungen sind weniger gefährlich als solche des Balkens, am schwersten sind basale Affectionen. Die Symptome letzterer sind: Brustbeklemmung, Erbrechen, Schluckbewegungen, Stimmverlust, Delirien, unfreiwilliger Abgang oder Retention von Harn und Fäces. Günstiger sind die Fälle, wo nur eine Extremität gelähmt und im Krampfzustande sich befindet als jene, wo allgemeine Lähmung oder Contraction bestehen. Bedenklicher wäre es auch, wenn neben der Extremitätenparalyse auch Auge und Mund betroffen sind, was auf Fortwirken der Hirncompression hindeutet. Krümmung einer Körperseite ist weniger ungünstig als Opisthotonus, weil im letzteren Falle beide oder die Vereinigungsstelle der Kleinhirnhemisphären ergriffen sind. Auf ungünstigen Ausgang verweisen Hyperästhesie im Bunde mit Nystagmus, welche Phänomene eine sehr tiefe Localisation der Kleinhirnaffection verrathen.

Wir verweilten länger bei der Berichterstattung über die Versuche Saucerotte's, weil wir der Ansicht sind, dass dieser Forscher mit Recht unter die Besten gesetzt zu werden verdient, welche sich jemals der Gehirnchirurgie widmeten. Er hätte auch dem Jahrhundert des Experiments Ehre gemacht und darf auf den erhabensten Ruhmestitel des Naturforschers Anspruch erheben: Saucerotte war ein exacter Forscher.

Von weit geringerer Bedeutung waren Sabourant und Chopart (1743—1795), welche sich vorwiegend auf Pourfour du Petit bezogen. Immerhin sprechen sie sich über einige fragliche Punkte mit einer Sicherheit aus, die nur auf eigener Erfahrung beruhen kann. So bemerkt Sabourant über die Hirnlocalisation Folgendes: „Chaque partie du corps reçoit sans doute assez constamment ses nerfs

d'un certain endroit du cerveau, doit necessairement porter quelque atteinte particulière dans les fonctions des parties du corps où ses nerfs vont aboutir; de manière que des observations cliniques faites avec grand soin decouvrirent peut-être quelque jour l'origine des nerfs de chaque organe." Liegt in diesen Sätzen nicht das ganze Credo der modernen Wissenschaft und sind im Schlusse nicht die Grundzüge der Methode enthalten, welche zu den stolzen Ergebnissen führten?

Im Speciellen führt er an, dass aus der einseitigen Extremitätenlähmung auf den Sitz der Affection geschlossen werden kann, worüber Pourfour du Petit's Versuche Klarheit gebracht hätten, welche auch den Zusammenhang der Hirnrinde mit der Motilität wahrscheinlich machten. Sabourant stimmt mit diesen Ergebnissen vollinhaltlich überein. Noch ganz im Geiste seiner Zeit erklärt er das Zustandekommen der contralateralen Lähmungen resp. Convulsionen. Durch eine Affection einer Hirnhälfte werde der Abfluss der Spiritus animales zur gegenüberliegenden Seite verhindert, dieselben sammelten sich daher an, und aus der dabei entstehenden Unordnung entstünden contralateral (entsprechend dem Mangel) Lähmung, gleichseitig (entsprechend dem Ueberfluss) Krämpfe. In manchen Fällen werde der Abfluss der Nervengeister zur contralateralen Seite zwar nicht gehindert, doch erfolge er unregelmässig; das Resultat hievon wären dann contralaterale Convulsionen ohne Lähmung.

Ein weniger zuverlässiges Zeichen für die Localdiagnose bilde die von vielen Chirurgen bemerkte Pupillenlähmung und zwar aus dem Grunde, weil sowohl der Nervus opticus, als auch der Streifenhügel, den er mit Pourfour für den Durchtrittspunkt der Sehnervenfasern hielt, betroffen sein könnten; im ersteren Falle trete aber die Lähmung gleichseitig, im letzteren gegenüberliegend auf.

Was das Kleinhirn anbelangt, so vertrat er die Ansicht, dass dasselbe mit der Sensibilität etwas zu thun haben müsste, da seine Verletzungen mit grösster Lebhaftigkeit und Ueberempfindlichkeit verknüpft sind.

Chopart benützte eifrig chirurgische und pathologisch-anatomische Erfahrungen, auf Grund welcher er in den meisten Punkten ähnliche Schlüsse wie Sabourant vorbringt. Besonders entschieden stellt er sich auf die Seite La Peyronie's, dessen Lehre von dem Seelensitz im Corpus callosum weder durch Zinn noch durch Lorry widerlegt worden sei. Ihn als Chirurgen interessire dabei nicht so sehr die Frage nach dem Sitz der Seele, sondern die Untersuchung, ob die Zerstörung dieses oder jenes Gehirnabschnittes Aufhebung des Bewusstseins nach sich ziehe. („Je ne cherche point le siége de l'ame, je désire seulement de connaître le corps dont la lésion détruit l'usage de nos sens.") Die chirurgischen Beobachtungen erweisen, dass die Läsionen des Balkens am häufigsten Bewusstseinsverlust bewirken. In einem Falle von Hirnverletzung trat erst am 11. Tage Delirium ein, und bei der Section zeigte es sich, dass der Eiter über den Hemisphären lag und eben bis zum Balken heranreichte (septisches Delirium). Extremitätenlähmungen verursachen dagegen Affectionen der Streifhügel. Sitze aber eine Läsion im Vorderlappen, so käme es nie zu einer Lähmung. Ueber das Kleinhirn hätten nur Petit und La Peyronie richtige Beobachtungen angestellt. Seine Affectionen liessen das Bewusstsein ungetrübt und erhöhten die Empfindlichkeit in auffallendster Weise. Die Sensibilité extraordinaire verweise direct aufs Kleinhirn. Verletzungen des verlängerten Marks bedingen nicht immer den sofortigen Tod.

Im Jahre 1773 veröffentlichte auch der Oberarzt der französischen Armee, Mehée de la Touche, eine Schrift, Traité des lésions de la tête par contre-coup (Meaux 1773),

welche die Diagnostik und Behandlung der Schädelverletzungen zum Gegenstand hat und eine Reihe von Schlussfolgerungen auf zahlreiche, an Hunden angestellte Gehirnexperimente basirt. In mancher Hinsicht bedeuten die Ergebnisse Mehée's, der ziemlich offensiv den Forschungen Pourfour du Petit's und seiner Anhänger gegenübersteht, einen nicht unerheblichen Rückschritt, während andererseits seine Kleinhirnversuche einiges Neue brachten.

Vor Allem wollte er aus vielen Experimenten ersehen haben, dass das Princip der Sensibilität und Motilität nicht in der Hirnoberfläche (cortex) liegen könne, wie Pourfour und Chopart annehmen, und dass diese Partie des Gehirns zerstört werden kann, ohne das Leben zu gefährden. Verlust der Rindensubstanz genüge keineswegs zur Entstehung von Lähmung oder zur Aufhebung der Empfindung, worüber er sich durch viele Thierversuche Ueberzeugung verschaffte. Die Abtragung der Hirnmasse erfolge ohne Zeichen von Schmerzäusserung, Verletzung der Dura hingegen werde sehr schmerzhaft empfunden. Läsion der Hemisphären bewirke nicht constant Lähmung, wohl aber die Läsion der Streifenhügel oder der Medulla.

In besonderen Gegensatz zu den Uebrigen trat Mehée zu Pourfour durch die Behauptung, dass die Lähmungen nicht immer contralateral erscheinen. sondern häufig an der verletzten Seite, was daher komme, dass ein Theil der Nervenfasern ungekreuzt verlaufe. Uebrigens wusste er bereits den Factor zu würdigen, welchen die Zeit bildet. Durch ausgedehnte Blutung, durch die anfängliche Reizung würden im Beginne oft Phänomene hervorgerufen, welche bisweilen das Gegenstück zu den später bleibenden darstellen. So bemerkte er, „que quelquefois la paralysie varie. lorsque la cause est violente ou que le délabrement que l'on fait dans un coté du cerveau, est très grand, quelquefois l'animal tombe et parait

paralytique de tout le coté blessé tandisque quelques heures, après les choses reprennent un autre état et la paralysie se manifeste sur le coté opposé à la blessure.“ Der Hauptgrund, weshalb Mehée zu solch abweichenden Resultaten kam, lag darin, weil er in Bezug auf die Lähmung Gross- und Kleinhirn für gleichartig erachtete und vermeinte, dass auch für die Verletzungen des letzteren das Gesetz der contralateralen Innervation Geltung haben müsste. In der That gibt er zu, zur Leugnung des Gesetzes hauptsächlich durch seine Experimente am Cerebellum gelangt zu sein. Die Methode, die er bei denselben in Anwendung zog, bestand entweder in der Trepanation über dem hinteren oberen Theil der Scheitelgegend, worauf eine Schere bis zum Tentorium eingeführt wurde, mit welcher er dasselbe durchbohrte und das Kleinhirn verletzte, oder in der Trepanation über dem Occiput. Die nachfolgenden Motilitätsstörungen fasste er als Lähmungen auf, die sich auf derselben Seite häufig bemerkbar machten. Verletzungen beider Kleinhirnhemisphären bewirkte Zusammenstürzen des Thieres. Die uncoordinirten Bewegungen charakterisirte er mit den Worten: „Il ne faisait que ce débattre jusqu'à sa mort.“ Bemerkenswerth ist es, dass Mehée die eigenthümliche Ungeschicklichkeit der Bewegungen, wodurch sich die Coordinationsstörung manifestirt, in einigen besonders gut gelungenen Kleinhirnversuchen sehr gut beobachtete, wie ihm auch die Zwangsbewegung, wahrscheinlich nach Mitverletzung der Crura cerebelli, nicht entging. Wir setzen seine Schilderung hieher: „En marchant il levait ses jambes de devant presque jusqu'à son nez et tournait en rond.“ Bisweilen konnten sich die Versuchsthiere Anfangs nicht bewegen (was als Lähmung angesehen wurde), später konnten sie zwar gehen, fielen aber oft auf die operirte Seite. Ganz besonders aber erregten die krampfhafte Dehnung und Fest-

haltung des Kopfes auf der operirten Seite, sowie die merkwürdigen Erscheinungen, welche die Stellung der Bulbi darbieten, Mehée's Aufmerksamkeit. Wenn auch die Beobachtungen mit grösserer Wahrscheinlichkeit auf Läsionen der Oblongata zu beziehen sind, so schmälert dies nicht im Mindesten sein Verdienst, da viel später selbst Forscher wie Magendie in denselben Fehler verfielen und die Beobachtung der Erscheinungen an und für sich von grossem Werthe war. Mehée de la Touche ist wohl der Erste, der neben dem schon von Saucerotte gesehenen Nystagmus auch Strabismus nach Kleinhirnverletzungen beschreibt. Das Auge der operirten Seite zeigte convulsivische Bewegungen (Nystagmus) und verharrte in bestimmter Richtung; „il était retourné du coté opéré". Die Biegung des Kopfes (nach der verletzten Seite) sah er so oft bei Kleinhirnläsionen (an Hunden, Hühnern, Wachteln), dass er dieses Phänomen als pathognomonisch für die Diagnostik von Affectionen des Cerebellums bezeichnete: „Capable d'écarter toute équivoque c'est la chûte de la tête du coté opéré. Cet accident à accompagné toutes les lésions du cervelet, et quelquefois la tête c'est comme collé contre les côtés de l'animal; ce symptome a tellement été constant, que je le regarde comme un signe vraiment certain de la blessure du cervelet" (p. 101, 102). Mehée legte aber auch das Secirmesser der Differentialdiagnose an die Erscheinung selbst, indem er ausfindig zu machen trachtete, ob die Neigung des Kopfes durch Krampf oder Lähmung bedingt ist. Zu diesem Zwecke verletzte er in einem Falle die linke Kleinhirnseite, dann aber die rechte. Der Kopf blieb in der ersten Stellung. Daraus schloss er auf Lähmung, indem er subsumirte, dass in dem Falle, als Krampf die Ursache wäre, der Kopf in Folge der zweiten Verletzung nach der anderen Seite hätte gezogen werden müssen.

Die Technik seiner Versuche war so weit vorgeschritten, dass er Kleinhirnverletzungen niemals sofort tödtlich fand, hingegen bemerkte er, dass die Versuchsthiere nach tiefen Medullenverletzungen in kürzester Zeit (bis 1/2 Stunde) verenden. Ebenso erkannte er die Gefährlichkeit der basalen Eingriffe und erklärte sich die Wirkung aus allgemeiner Lähmung. Die geringste Läsion des Rückenmarks, worunter er hier die Medulla oblongata meint, bedinge meistens plötzlichen Tod, woraus man entnehmen könne, dass die lebenswichtigsten Spiritus animales vom Rückenmark gebildet werden. Mehée überzeugte sich von der raschen Wirkung, welche Wunden der Halsgegend hervorbringen, durch Experimente an Hunden, sowie durch Beobachtungen beim Schlachten von Rindern. „J'ai souvent vu cette expérience à l'Armée où les Juifs ne tuaient les boeufs qu'en leur enfonçant dans l'intervalle de la première vertèbre une espèce de bistouri très pointu sitôt que l'instrument restait qu'un mouvement de respiration très pénible et qui durait peu de minutes“ (p. 146—147). Auch bei den Medullaexperimenten, resp. bei den Versuchen, in denen er ein Scalpell, Bistouri etc. in die Hirnbasis einstiess, entging ihm eine gleichsinnige Drehung des Kopfes nebst entsprechendem Strabismus nicht („il a aussi-tôt tourné la tête du côté opéré en regardant en l'air de l'oeil droit“), ebenso beobachtete er hiebei bisweilen eine Zwangsbewegung nach dem Anschneiden des Gehirnschenkels. Man findet bei Mehée Rollbewegungen, Reitbahnbewegung etc. in der Beschreibung angedeutet, ohne dass er sich aber über die Abhängigkeit derselben von den Verletzungen bestimmter Hirntheile genauere Vorstellungen zu machen versuchte. Die grösste Mangelhaftigkeit zeigt sich aber in seinem Raisonnement über die Bedeutung des Balkens. Hier verfällt er in dieselben Irrthümer wie La Peyronie und Chopart, indem er trotz guter Sectionsberichte, die ihn auf die Wahrheit hätten führen

können, die Folgen, welche die Blutungen in die Hirnventrikel nach sich zogen, ohne Kritik auf die allein angestrebte Verletzung des Corpus callosum bezieht. Dieses sollte sogar der sensibelste Hirntheil sein, da nach seiner Verletzung rasch Lähmung und der Tod eintrat. Wie man aus den Sectionsbefunden der Versuchsthiere ersieht, kam es bei den Experimenten neben der Läsion des Balkens meistens zu schweren Blutungen in die Ventrikel oder des Anfangstheiles der Medulla oblongata, oder der Grosshirnschenkel; dies verräth z. B. folgende Schilderung: „il a trouvé pendant cinq jours en decrivant un cercle d'environ quatre pieds de circonférence (Zeigerbewegung!) et en élévant ses pattes de devant du côte de son nez.“ Doch rectificirte Mehée durch einige Versuche selbst diese Unrichtigkeit, da er bei manchen keine Störungen der Sensibilität und Motilität vorfand und in anderen Fällen die schweren Symptome lediglich als Folgewirkung ausgedehnter Blutungen erkannte.

Ausser der Läsion verwendete er in zahlreichen Experimenten die Compression mittelst Tampons. Auf Grund derselben kam er zum Schlusse, dass nur selten Blutaustritt auf der Oberfläche Convulsionen bewirke, und dass Compression nicht immer contralaterale Lähmungen hervorrufe, namentlich dann nicht, wenn nur ein Theil betroffen werde. Was die Diagnose anbelange, so könne aus der Localisation der Lähmung nicht mit Sicherheit auf den Sitz und die Natur der Hirnaffection geschlossen werden. Die schönen Resultate, welche Mehée's Untersuchungen ergaben, fanden ebenso, wie die Forschungen von Lorry, Saucerotte, Sabourant und Chopart nur soweit sie der Chirurgie, resp. der Diagnostik dienen konnten, Würdigung; dagegen kein Verständnis, soweit sie die Hirnphysiologie betrafen. In dem engeren Kreise der Physiologen, die gänzlich unter dem Banne Haller'scher Doctrinen standen, wurden die

gefundenen Thatsachen ignorirt, oder als bedeutungslos, ja unrichtig erklärt, und als endlich bewährte Forscher unseres Jahrhunderts darauf zurückkamen, glaubten sie völlig neue Entdeckungen gemacht zu haben, da die Namen der ersten Entdecker längst unverdienter Vergessenheit anheim gefallen waren. Die ganze Epoche der hochverdienten Chirurgen nimmt sich inmitten der Haller'schen Periode wie eine Oase aus. Sie entsandte Licht und Aufklärung, für welche aber die Zeitgenossen namentlich ausserhalb der Grenzen Frankreichs leider wenig empfänglich waren, da sich die Denkrichtung völlig in das Problem der Irritabilität verlor. Doch auch die deutschen Chirurgen blieben nicht unthätig und erweiterten die Kenntnisse durch Mittheilungen aus ihrer reichen Erfahrung. Es sei nur auf Schmucker, Bilgner, Eller, Mursinna, Mohrenheim etc. verwiesen. Den Nutzen, welchen das Experiment der Wissenschaft gewährt, erfasste aber keiner so sehr als der Göttinger Professor Justus Arnemann[2]), welcher, ausgehend von der praktisch wichtigen Frage, ob nach Hirn- oder Rückenmarksverletzung durch Regeneration eine Restitution der Function möglich sei, eine grosse Menge von Untersuchungen vornahm, die auch andere schwebende Themen tangirten. Drei Fragen lagen seinen Experimenten zu Grunde. 1. Wie erfolgt Regeneration? 2. Welche Quantität Hirnsubstanz kann ein Thier verlieren, ohne zu sterben? 3. Welche krankhafte Erscheinungen, namentlich welche Bewegungen treten bei solchen Verlusten ein?

Arnemann beobachtete, dass in vielen Fällen eine gänzliche oder theilweise Wiederherstellung der Function nach Läsionen des Centralnervensystems in kürzerer oder längerer Zeit stattfinde, obzwar die Ausfüllungsmasse nach seinen Nachforschungen keine Nervensubstanz, sondern „Zellstoff" bildete. Die früheren Autoren (bereits Galen) schlossen aus der Re-

stitution der Function einfach logisch auf Regeneration der Substanz. Arnemann war der Erste, der dieser Frage seine natürlich ganz unzureichenden Untersuchungen widmete, indem er Exstirpationen oder Durchschneidungen vornahm und nach einiger Zeit die Verbindungs- oder Ausfüllungsmasse durchforschte. Nach Durchtrennung des Rückenmarks trat eine Vereinigung durch eine röthliche, feste, aus Zellgeweben bestehende Masse ein, der unter dem Einschnitt gelegene Theil schien aufgelöst und welk. Das Rückenmark, meinte er, verhalte sich ähnlich wie die Nerven, bei denen keine Regeneration stattfinde. Die Hirnsubstanz hingegen werde regenerirt, und mit der Regeneration sei eine Restitution der Function verknüpft. Ob der Neuersatz der Masse vor sich gehe oder nicht, hänge von der Grösse des Substanzverlustes ab.

Die Gefährlichkeit der Hirnwunden entsprach dem Grade der Sensibilität der Versuchsthiere. Hühner und Tauben ertrugen den Verlust von $^1/_{10}$ ihres Gehirns (10—12 Gramm), Hunde $^1/_{13}$ (50—70 Gramm), Kaninchen nicht einmal $^1/_{25}$ (6 Gramm). Ist der Verlust am Grosshirn nicht beträchtlich, so bemerke man nichts Besonderes. Rindenverletzung habe keine Lähmung zur Folge, sogar Verwundung der Marksubstanz rufe oft nur eine geringe Schwäche, ein Unvermögen, die Glieder vollkommen willkürlich zu bewegen, aber keine wirkliche Lähmung hervor. Bei 30—50 Gramm Hirnverlust (bei Hunden) erschien die Lähmung nur sehr unbedeutend und bald verschwindend. Dagegen wurde die contralaterale Seite stets vollkommen paralytisch, wenn die Streifenhügel zerstört wurden, oder die Verletzung bis in den vorderen Ventrikel hinabreichte. Sehr häufig bemerkte Arnemann bei Hunden Zwangsbewegungen (Manège- oder Zeigerbewegung) nach Verletzungen des Grosshirns, ohne dass er sich von den Theilen, welche dieselben eigentlich verursachten.

genaue Rechenschaft zu geben versuchte. Bei Kaninchen, Hühnern oder Tauben fand er das Phänomen in viel geringerem Grade oder nur angedeutet vor. Verletzungen des hinteren Gehirnabschnittes schienen den Versuchsthieren viel mehr Schmerz zu bereiten, als die des vorderen Antheils.

Von Kleinhirnexperimenten stand er bald ab wegen der ausserordentlich grossen Blutverluste, die rasch zum Exitus führten. Doch bemerkte er, dass bei bedeutenderen Läsionen des Cerebellums der Kopf nach der verletzten Seite gezogen wurde; auch litten die Augen, und die Thiere rannten gegen die Wand an. In seinen Rückenmarksversuchen gelangte Arnemann zu dem Ergebnis, dass die Continuitätstrennungen der Medulla spinalis um so weniger gefahrbringend wurden, je weiter sie vom Gehirn entfernt lagen. In den abwärts gelegenen Partien seien einfache Durchtrennungen ohne Substanzverlust sogar heilbar. Mit der Zusammenheilung verschwinde auch nach mehreren Wochen die Lähmung. Querdurchschneidung in der Höhe der unteren Brustwirbel bewirkte anfangs heftige Convulsionen, dann Lähmung der hinteren Extremitäten. Bemerkenswerth ist es auch, dass er bisweilen consecutive Abmagerung der hinteren Extremitäten (Atrophie) vorfand. War die Durchschneidung nicht ganz vollständig, so überlebten die Versuchsthiere den Eingriff, und nach einem Monate kehrte einige Bewegungsfähigkeit zurück. Seinen theoretischen Anschauungen nach gehörte Arnemann zu jenen, welche die Existenz der Lebensgeister oder des Nervenliquidums entschieden leugneten. Lebensgeister, Nervensaft, Nervenliquidum seien leere Namen, unzulänglich, die Erscheinungen der gesunden und kranken Natur zu erklären, verworrene Begriffe, die nur die Sache noch dunkler machen. Er suchte die Elasticität und Contractilität der Nerven zu beweisen und glaubte, dass die Impulse durch eine Art von Vibration und Oscillation übertragen werden.

Ueberblicken wir nochmals die Leistungen der Chirurgen auf unserem Gebiete, so ergibt sich, dass sie rascher zur Erweiterung des Wissens beitrugen, als die berufsmässigen Physiologen. Manche ihrer Beobachtungen haben dauernden Werth, und selbst ihre Irrthümer bargen einen Kern von Wahrheit. Konnte auch damals die Localisation noch nicht auf eine sichere Basis gebracht werden, die Grundanfänge lagen vor, und nur dem unablässigen Abmühen der Praktiker war es zu danken, dass das Panier des Localisationsprincips trotz des wissenschaftlichen Spottes der gelehrten Physiologen nicht in den Staub getreten wurde. In magnis voluisse sat est! Wie sehr klinische Bedürfnisse drängten, die topische Diagnostik zu pflegen, dafür mag nur die Thatsache angeführt werden, dass sich sogar in dem kühl reservirten Deutschland gegen den Schluss des 18. Jahrhunderts einer der namhaftesten Chirurgen August Gottlieb Richter veranlasst sah, in seiner Lehre von den Kopfwunden auf die Versuchsergebnisse Saucerotte's hinzuweisen [3]).

---

[1]) Amatus Lusitanus diagnosticirte in einem Falle den Sitz eines Hirnabscesses und entfernte den Eiter mit glücklichem Ausgang.

[2]) Arnemann, Versuche über die Regeneration der Nerven. Göttingen 1782.

[3]) Anfangsgründe der Wundarzneikunst. Göttingen 1782—1804, Bd. V, p. 101.

Die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie im Zeitraum vom Tode Haller's bis Magendie und Flourens.

Es ist doch ein hübsches Stück Weges, welches binnen 200 Jahren Philosophie und Physiologie zurückgelegt haben, von des Cartesius Glandula pinealis und den sie bewegenden oder auch von ihr bewegten Spiritibus animalibus, zu den motorischen und sensiblen Rückenmarksnerven des Charles Bell und den Reflexbewegungen des Marshall Hall.
Schopenhauer.

Ueberblickt man die bleibenden Ergebnisse, welche als Frucht der bisherigen experimentellen Forschung dem Wissen einverleibt werden konnten, so kann man sich kaum des Eindrucks erwehren, dass das Resultat im Verhältnis zur angewandten Mühe nur ein höchst geringfügiges war, insbesondere wenn man jene Leistungen, die zwar, von der Warte der heutigen Erkenntnis gesehen, bewunderungswürdig erscheinen, aber im Entwicklungsprocesse ihrer Zeitperiode nur einer kaum beachteten Unterströmung angehörten, in Abzug bringt.

Erst dem letzten Viertel des 18. und den ersten Decennien des 19. Jahrhunderts war es vorbehalten, die experimentelle Gehirn- und Rückenmarksphysiologie aus den Lehrjahren in die Wanderjahre hinüberzuleiten, in das wirre Chaos der Empirie Plan und Ordnung zu bringen und in strenger Sonderung der Spreu vom Weizen dauernde, unvergängliche Errungenschaften zu hinterlassen.

Der feste Rückstand, der sich bildete, war die Folge der mannigfachen Umwandlungs- und Zersetzungsprocesse, welche gerade damals die Wissenschaft ergriffen und zum Theil durch das Ferment hervorgerufen wurden, das in dem Auftauchen ganz neuer naturwissenschaftlicher Thatsachen lag. Wie die Entdeckung des Sauerstoffs eine Umwälzung in der Lehre vom Athmen verursachte, so war es nicht zum Mindesten die Entdeckung der galvanischen Phänomene, welche die Auffassung der Nerventhätigkeit klärte oder doch in hohem Grade verfeinerte. Wenn auch die jugendliche Naturforschung in leicht erklärlichem Wahn, mit der Entdeckung einer so merkwürdigen fernwirkenden Naturkraft das Lebensproblem selbst gelöst zu haben, weit übers Ziel schoss, so begann man doch erst unter dem Eindruck der Analogie von Galvanismus und Nervenkraft von den grobmechanischen und rohen chemischen Vorstellungen, von den „Spiritus animales“, dem „Liquor nervosus“ etc. allmählich gänzlich zu abstrahiren. Man lernte, dass das Nervenagens nicht durch wirkliche Kraftübertragung im Sinne der Alten, sondern durch Reiz, durch Anregung seine grossen Wirkungen zu Stande bringt, und vereinigte unter diesem Gesichtspunkt, der vielleicht am meisten die alte von der neueren Nervenphysiologie trennt, die Irritabilitätslehre Haller's mit den „Nerventheorien“. Allerdings konnte erst viel später dieser Ansicht durch die Chemie eine feste Basis gegeben werden, indem man nachwies, dass der Muskel seine Arbeit durch chemische Processe, die in ihm selbst ablaufen, aufbringt, während der Nerv mit einer im Verhältnis zur Muskelleistung stehenden Energie anregt.

Ein zweiter wichtiger Markstein, der diese Periode von den früheren abgrenzt, wird durch die endlich durchdringende Lehre gebildet, dass nicht allein das Gehirn, sondern auch das Rückenmark, welches bisher nur als ein-

facher Leiter der Impulse betrachtet wurde, an der Bildung der Nervenkraft theilnimmt und selbstthätig wirkt.

Diese Erkenntnis musste sich nothgedrungen Bahn brechen, weil der Widerspruch zwischen der Physiologie, die eine Unabhängigkeit der vitalen Functionen vom Gehirn erwiesen hatte, und der praktischen Erfahrung, welche eine nervöse Beeinflussung der Herz-, Athmungs-, Verdauungsthätigkeit, Harnsecretion, Wärmebildung etc. mehr als wahrscheinlich machte, zu einer Entscheidung drängte. Der grössten Anzahl der Versuche diente demgemäss die Ergründung der Functionen des Rückenmarks als Triebfeder. Allerdings musste Vieles, was anfangs dem Rückenmark zugeschrieben wurde, auf die Oblongata übertragen werden, wodurch die Grundlagen für die moderne Wissenschaft geschaffen wurde.

Ein volles Verständnis für die Leistungen der Oblongata und des Rückenmarks konnte sich erst entwickeln, nachdem Licht in den Mechanismus der Reflexvorgänge gebracht worden war, was erst durch Marshall Hall geschah (1833).

In diese Epoche fiel die grösste physiologische Entdeckung seit Harvey's Zeiten, die Entdeckung der durchgehenden Trennung motorischer und sensibler Leitungsbahnen, der functionellen Differenz der vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln. Hiedurch war endlich die Voraussetzung für die völlige Klärung der Reflexvorgänge gegeben, und in der That war es Ch. Bell, der bereits im Jahre 1826 den wahren Sachverhalt andeutete. In seiner Abhandlung über den „Nervenzirkel“ (Phil. Trans. 1826) heisst es: „Zwischen Gehirn und Muskel besteht also ein Nervenzirkel: der eine Nerv überträgt den Einfluss des Gehirns auf den Muskel; der andere leitet die Empfindung vom Zustande des Muskels nach dem

Gehirn.“ (Dass hier das Gehirn als Centralstelle genannt ist, wird nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, dass es sich in der citirten Abhandlung um den speciellen Fall der Augenmuskeln handelt.)

Obzwar Bell's Entdeckung durch den experimentellen Nachweis den höchsten Grad der Wissenschaftlichkeit erlangte, so dankte sie doch ihren Ursprung der Anatomie, welche sich am Schlusse des vorigen und im Beginne dieses Jahrhunderts bestrebte, die grossen Lücken auszufüllen, welche von den Vorgängern in der Beschreibung des Centralnervensystems übrig gelassen worden waren: die descriptive, die vergleichende Anatomie, sowie die Embryologie nahmen einen imposanten Aufschwung. Es sei nur auf die Einzelschriften oder Gesammtwerke eines Vicq d'Azyr, Sömmerring, Prochaska, Malacarne, Gennari, Rolando, der Brüder Wenzel, auf Gall, Spurzheim, Cuvier, Bell, Döllinger, Tiedemann, Burdach, Serres, Desmoulins, Laurencet, Herbert-Mayo u. A. hingewiesen.

Wie später die pathologische Anatomie hinsichtlich der feineren Localisation, so wirkte damals die vergleichende und entwicklungsgeschichtliche Forschung auf die experimentelle Physiologie befruchtend ein, insbesondere hinsichtlich der Problemstellung und epikritischen Beurtheilung. Namentlich die Hirnphysiologie gewann ausserordentlich unter dieser Conjunctur; denn nur dem anatomischen Einschlag war es zu danken, dass endlich die Bedeutung des Grosshirns für das psychische Leben klarer erkannt wurde.

Das Experiment hatte bisher hinsichtlich der psychischen Thätigkeit nur irregführt!

Erinnern wir uns der Hypothesen eines Willis, Vieussens und anderer Autoren, welche in weiser Trennung der „Anima rationalis“ von der „Anima vegetativa“ dem Gross-

hirn oder namentlich den Windungszügen desselben den Werth eines Substrats der Psyche (in unserem Sinne) beilegten, so erscheint das Endergebnis Haller'scher Forschung, dass Gross- und Kleinhirn functionell gleichwerthig wirken, dass in der gesammten Markmasse des Gehirns das Sensorium commune gelegen sei, recht ärmlich. Die Rohheit der Methode, die Kürze der Beobachtungszeit, der Umstand, dass man den psychischen oder selbst sensoriellen Veränderungen der Versuchsthiere keine Aufmerksamkeit schenkte, hatten im Vereine mit unklaren pathologischen Erfahrungen zu dieser lange Zeit massgebenden Ansicht geführt.

Und doch sticht die Lehre Haller's vortheilhaft von der gleichzeitig verbreiteten mystischen Richtung des Animismus ab, welcher seine Fortsetzung im Vitalismus fand. Die Anhänger dieser Richtung verlegten anfangs die „Seele" (Anima rationalis und Anima vegetativa) in den ganzen Körper (Perrault), später in das Nervensystem in toto (Whytt), sodann nach der genaueren anatomischen Kenntnisnahme vom Sympathicus und unter dem Eindruck des Mesmerismus, der Clairvoyance etc. wurde eine Trennung vorgenommen, indem man die animalischen und intellectuellen Thätigkeiten als Ausfluss des Cerebralsystems, die vegetativen Functionen hingegen als Wirkung des Gangliensystems (mit dem wichtigsten Centralpunkt im Sonnengeflechte [„Cerebrum abdominale"]) betrachtete. Zu welchen Ausschreitungen der Vitalismus führte, beweist die Thatsache, dass ein Naturforscher wie Bichat das Herz als Sitz der Leidenschaften bezeichnete.

Haller hatte die „Anima vegetativa" in biomechanische Grundkräfte aufgelöst, die „Anima rationalis" lediglich mit dem Gehirn in Verbindung gebracht, insofern er dorthin das „Sensorium commune" verlegte. Aber der Gedanke, den Punkt,

in dem alle Fäden zusammenlaufen, den Punkt, der der Einheit des Bewusstseins entspricht, zu finden, rang sich immer wieder empor und verlockte, wie die Thatsachen lehren (im Gegensatz zu Cuvier's Bemerkung, dass die Annahme eines einheitlichen Seelensitzes von den klügeren Köpfen für eine seichte Hypothese gehalten wurde), nicht die schlechtesten Physiologen, dem Phantom nachzuspüren.

Dass die Oblongata den Sitz des Sensorium commune darstelle, machte sowohl das Experiment (wegen der ausserordentlichen Gefährlichkeit ihrer Verletzung), als auch die Anatomie (wegen des Ursprungs fast aller Hirnnerven), ausserordentlich plausibel. Die meisten Autoren hielten daher das verlängerte Mark für den Brennpunkt aller Nerventhätigkeit (J. Ch. A. Mayer, Caldani, Autenrieth etc.). Von diesem Centrum aus sollten die Nerven der „äusseren und inneren" Sinne entspringen; während die ersteren die Schädelhöhle verlassen, rollten sich die letzteren in sich selbst zur Masse des Gehirns zusammen, das nun zum Organ der „inneren" Sinne würde (Autenrieth, Reil).

Nur wenige Autoren aber trennten den Sitz der äusseren Sinne und der Lebenskraft vom Sitz der „vernünftigen" Seele, der höheren Geisteskräfte. Man sprach sich gewöhnlich nur im Allgemeinen dahin aus, dass das Gehirn (in toto) das Denken, Empfinden und Wollen vermittelt.

Erst als die vergleichende Anatomie den Nachweis zu erbringen suchte, dass die Seelenkräfte bei den verschiedenen Thieren im gleichen Verhältnis zunehmen wie die Grösse des Gehirns (Sömmering), dass das Verhältnis des Grosshirns zur Oblongata einen Gradmesser der geistigen Fähigkeiten abgebe (Sömmerring, Ebel), begann man auch im Experiment, dem psychischen Verhalten der Versuchsthiere mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden und den Zusammenhang des

Gehirns oder sogar nur des Grosshirns mit den seelischen Fähigkeiten experimentell zu untersuchen. Und, was von grösstem Werthe für die ganze weitere Entwicklung der Wissenschaft geworden, man gab das irreleitende Streben, das „Sensorium commune“ zu suchen, endlich auf, seitdem Gall die gesammten Hirnwindungen als das wichtigste Substrat der Seelenthätigkeit bezeichnet, den Beweis einer durchgehenden Zusammensetzung der weissen Hirnsubstanz aus Leitungsbahnen erbracht und den Aufbau der Gyri aus denselben gezeigt hatte.

Der Localisationsgedanke erlebte eine Neuerweckung, wenn auch nicht in dem Sinne, wie Gall beabsichtigte. Einem italienischen Anatomen, Rolando, war es beschieden, die ersten Spatenstiche zu thun und trotz der Mangelhaftigkeit seiner Methode der bedeutendste unter den Vorläufern Flourens' zu werden, da er die Beziehung des Grosshirns zur Intelligenz, zum Triebleben, zur Sinnesempfindung, die Beziehung des Kleinhirns zur Bewegung festzustellen vermochte.

Viele folgten seinen Spuren und bald entwickelte sich eine Regsamkeit der Forschung, dass Burdach sagen konnte: „Das Gehirn, vormals der Gegenstand einsam stehender Forscher, wurde jetzt der Brennpunkt für die mannigfaltigsten Untersuchungen, und Werke, dergleichen sonst nur nach langen Zeiträumen ans Licht kamen, traten jetzt in rascher Folge hervor.“

Leider fand die Methode noch immer keine derartige Entwicklung, dass unangreifbare Resultate erzielt werden konnten, jedoch machte sich dieser Mangel weniger geltend, weil vorwiegend die Functionen des Rückenmarks zum Gegenstand der Untersuchung gemacht wurden.

Merkwürdiger Weise entstand trotz der überraschenden Erfolge im Anfang dieses Jahrhunderts eine gewisse Ab-

neigung gegen die Vivisection, eine Strömung, die von England, dem Lande der echt nüchternen, exacten Naturwissenschaft, ausging, wo kein Geringerer als der unvergängliche Charles Bell sein vernichtendes Votum abgab: „Experimente haben niemals zu Entdeckungen geführt, und eine Uebersicht dessen, was in den letzten Jahren in der Physiologie versucht worden ist, wird zeigen, dass die Vivisectionen mehr dazu beigetragen haben, den Irrthum fortzupflanzen, als die richtigen Ansichten, welche aus dem Studium der Anatomie und der natürlichen Bewegungen gewonnen waren, zu bestätigen.“ In welchem Sinne dies zu verstehen ist, erläutert folgender Passus: „Die Geschichte der Medicin lehrt, dass kein zuverlässlicher dauernder Nutzen weder für die Heilkunst noch für die Wissenschaft überhaupt aus physiologischen Versuchen hervorgeht, welche ausser aller Verbindung mit der Anatomie stehen.“

Weniger überraschend erscheint es, dass auch deutsche Forscher den Werth des Thierversuchs verkannten oder doch im Hinblick auf gewisse Zwecke bestritten, wie z. B. Burdach, welcher meinte: „An Thieren angestellte Versuche aber bleiben in Hinsicht ihrer Wirkungen auf das innere Leben für immer zweideutig. Einzeln stehende Beobachtungen sind auch hier unzuverlässig, und wenn auch eine grosse Reihe von Versuchen angestellt wird, so gehört immer grosse Vorsicht und Unbefangenheit dazu, um die Wirkungen richtig aufzufassen und zu beurtheilen; noch haben wir nur wenig Untersuchungen dieser Art.“

Und in der That, auch die Folgezeit lehrte, dass das Thierexperiment nicht losgelöst von den anderen Methoden, sondern nur im Zusammenhang mit diesen, unterworfen einer Kritik von Seiten der Klinik, der vergleichenden und pathologischen Anatomie, wahrhaft erspriessliche Dienste leistet.

Die Antheilnahme an der experimentellen Gehirn- und Rückenmarkdurchforschung war eine äusserst rege, und wenn auch wieder Engländer, Italiener, Franzosen im Vordertreffen standen, so bereicherten doch nunmehr auch die Deutschen, soweit sie nicht die Naturphilosophie gänzlich in Banden hielt, die Wissenschaft mit trefflichen Beiträgen.

In diesem Zeitraum fand auch die elektrische Reizmethode Eingang in die Experimentalphysiologie des Centralnervensystems, ohne aber zu jenen Erfolgen zu verhelfen, welche die kühne Speculation phantasiereicher Forscher erträumte; handelte es sich doch um nichts Geringeres, als den Nachweis der Identität von Nervenagens und Elektricität resp. Galvanismus zu erbringen, eine Identität, welche zahlreiche Hypothesen als wahrscheinlich hinstellten.

Die ersten Anfänge dieser Methode reichen bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurück, beziehen sich aber fast ausschliesslich auf die peripheren Nerven (Ischiadicus des Frosches) und fallen somit ausserhalb des Rahmens unserer Darstellung. Immerhin kamen manche Physiologen auch auf die Idee, das Rückenmark, welches sich verschiedenen Reizen gegenüber sehr empfänglich erwies, der Wirkung des elektrischen Funkens auszusetzen. Anregung zu solchen Versuchen (Van den Bos, Beccaria, Caldani, Fontana, Galvani u. A.) boten die Erfahrungen, welche man seit Erfindung der Leydener Flasche (1745) gemacht hatte, und welche nicht wenig dazu beitrugen, dass die elektrischen Nerventheorien eines Chr. Hausen (1742), Sauvages (1744), De Hais (1749) u. A. Beifall und weitreichende Anerkennung erlangten. Die elektrischen Reizungen des Rückenmarks lösten kräftige Zuckungen aus, bewirkten dagegen anscheinend keine Alteration der Herzthätigkeit. Letzterer Umstand sprach um so mehr gegen eine nervöse Beeinflussung des Herzens, als schon sehr frühzeitig einige Autoren (Gordon 1745, später Deimann Cuthbertson) darauf aufmerksam machten, dass während des Elektrisirens Pulsbeschleunigung eintritt. Die Berichte über die Zitterfische, deren eigenthümliche Kräfte schon seit dem Alterthum das gerechtfertigte Staunen der Naturforscher erregten, hatten vor der Entdeckung des Galvanismus wenig Bedeutung für die Entwicklung der Nervenphysiologie, da man die Phänomene nicht zu deuten vermochte und ihren Zusammenhang mit Nervenimpulsen nicht kannte. Ein Theil der Forscher glaubte wie die Alten, dass die Wirkung der Schläge durch ein mitgetheiltes Gift (Boyle), ein anderer Theil, dass sie mechanisch (Redi, Borelli, Réaumur) zu Stande käme! Die wissenschaftliche Welt war eben noch nicht vor-

bereitet, das Wesen der eigenthümlichen Phänomene zu begreifen, und auch die anatomische Kenntnis der elektrischen Organe, wie sie durch Redi, Lorenzini, Richer u. A. angebahnt wurde, erleichterte um nichts das Verständnis. Die Physiologie jedes Zeitalters ist ja darauf angewiesen, dem physikalischen, technischen, chemischen Milieu ihre Hilfsmittel zur Erklärung organischer Vorrichtungen und organischer Thätigkeiten zu entnehmen. Die Kenntnis des Hebels musste dem Verständnis der groben Muskelthätigkeit vorangehen, die Kenntnis hydromechanischer Gesetze der Entdeckung des Blutkreislaufs, die Erfindung der Linse, der Camera obscura, resp. der Daguerreotypie dem Verständnis des Sehactes, der Bau verschiedener musikalischer Instrumente (vom Monochord bis zur Orgel und Claviatur) dem Verständnis des Gehörorgans, der Stimmwerkzeuge, und lehrte nicht erst die Entdeckung des Sauerstoffs den Lungenchemismus, die Erfindung des Telegraphen die Nervenleitung, die Ausbildung technischer Architektonik den Bau des Knochengefüges verstehen? etc. etc. Ebenso wusste man die elektrischen Organe erst zu deuten, nachdem man durch die Construction galvanischer Batterien einen Fingerzeig erhalten hatte.

Dennoch gaben sich einzelne Forscher schon zu einer Zeit, als die elektrischen Phänomene noch unbekannt waren, mit den rohen mechanischen Erklärungsversuchen nicht ganz zufrieden, wie z. B. Stephan Lorenzini (Observationi intorni alle torpedini. Florenz 1678. Vid. Acta Nat. Cur. 1678. Obs. 172), welcher meinte, dass aus den elektrischen Organen, die er „Corpora falcata" bezeichnet, feine „Corpuscula" in die Hauptporen überströmen und eine Erschütterung erregen. Die Eigenthümlichkeit der elektrischen Erschütterung charakterisirt er (wenn man die Jahreszahl der Publication berücksichtigt) sehr treffend mit den Worten: „Dolor hic et cruciatus quodammodo similis est illi, quem sufferimus, quando extremo cubito ad corpus quoniam duram offendimus."

Der Erste, welcher die Analogie elektrischer Erscheinungen (Leydener Flasche) zur Erklärung heranzog, war Adamson (1751), während Haller noch 1766 auf dem Standpunkte Réaumur's (Hist. de l'acad. 1714) stand und sich das Ganze mechanisch vorstellte. Bekanntlich brachten später die Forschungen von Walsh, Cavendish, A. v. Humboldt, Davy u. A. völlige Klarheit über den Bau und die Function der elektrischen Organe.

Grossen Einfluss auf die Fortentwicklung der Nervenphysiologie nahmen die an den Zitterfischen angestellten Beobachtungen erst, nachdem die Entdeckung des Galvanismus, oder wie man anfangs ver-

meinte, der thierischen Elektricität, klärende Lichtstrahlen in das dunkle Gebiet entsendet hatte. Nunmehr erschienen die alten und neuerworbenen Beobachtungen in anderer Beleuchtung, und nichts stützte jene Nerventheorien, welche das Nervenagens mit der Elektricität einfach identificirten*), in höherem Grade, als die zunehmende Erforschung der elektrischen Organe und ihrer Abhängigkeit vom Gehirn**). Galvani bewies dieses Abhängigkeitsverhältnis durch wiederholte Versuche. Schnitt er einem Torpedo den Kopf ab, so hörte bald die elektrische Erschütterung in beiden Organen auf; wurde dagegen das Herz ausgerissen, so functionirten beide Organe bis zu ihrer Trennung vom Gehirn in ungeschwächter Kraft fort; wurde in anderen Fällen das Gehirn herausgenommen, so konnte auf keine Weise mehr die elektrische Erschütterung hervorgerufen werden.

Ebenso zeigte es sich, dass Durchschneidung der versorgenden Nerven die Wirksamkeit der elektrischen Organe aufhebt. Die Erwägung, dass das Gehirn die eminenten elektrischen Kräfte des Zitterrochens auslöst, machte die Annahme äusserst plausibel, dass das Gehirn aller Thiere im Stande sein könne, die zur Muskel- und Nerventhätigkeit nöthige „thierische Elektricität" hervorzubringen***), und unter dem Eindruck solcher Vorstellungen hielt man es für leicht, den experi-

---

*) Abgesehen von Galvani, der die Muskelfasern mit der Leydener Flasche verglich und behauptete, dass im thierischen Körper vom Gehirn aus durch die Nerven zu allen Körpertheilen, namentlich zu den Muskeln, Elektricität ströme, verfocht eine grosse Anzahl von Forschern die Identität des Nervenagens mit der Elektricität. Wir nennen hier nur folgende: Hausen, Sauvages, de Hais, Pristley de Haen, E. Darwin, Bonnet, Ingenhousz, A. v. Humboldt, Ritter, Reinhold, Prochaska, Aldini, Cabanis, Herschel, Young, Rolando, Wilson Philip, Weinhold

**) Wir möchten es nicht unterlassen, darauf hinzudeuten, dass die Forschungen an den Zitterfischen auch auf den Entwicklungsgang der Localisationsidee beschleunigend einwirkten. Matteucci nämlich (Rech. phys. chim. et phys. sur la torpille. Ann. des sciences nat. T. VIII. 1837) zeigte, dass der vierte Hirnlappen (Lobus electricus), welcher zwischen Vierhügel und Oblongata liegt, den einzigen Theil des Gehirns darstellt, dessen Reizung elektrische Entladungen hervorruft, dessen Zerstörung die Thätigkeit der elektrischen Organe aufhebt. Also ein Hirnabschnitt mit einer specifisch motorischen Function!

***) „I nervi sono i naturali, e particolari conduttori di detta elettricità ... Un tale uffizio naturalmente esercitano coll intima loro parte o sostanza midollare. (Luigi Galvani, Memorie sull' elettricità. Mem. III.)

mentellen Nachweis der Identität von Nervenkraft und Elektricität zu erbringen. Die berühmtesten solcher Experimente rührten von Galvani, Aldini, Humboldt, Ritter und Wilson Philip her. Namentlich der Letztgenannte war es, welcher der Speculation durch einen berühmten Vagusversuch lange Zeit hindurch eine ausserordentlich gediegene Stütze gab. Er sah nämlich (An exper. inquiry into the laws of the vital functions, Lond. 1803) die Verdauung von Nahrungsmitteln im Magen eines Thieres zu Stande kommen, dem er die beiden Vagi durchschnitten hatte, während er die Thätigkeit der Nerven durch Einleitung des elektrischen Stromes ersetzte. Dieser Versuch beschäftigte die Forscher bis in die Mitte des Jahrhunderts. Auch am Centralnervensystem wurden solche Identitätsbeweise vorgenommen. Es sei Einiges hier beispielsweise angeführt, was im Lichte modernen Wissens besonderes Interesse gewinnt.

Alexander v. Humboldt (Versuch über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. Berlin 1797) berichtete u. A. Folgendes: „Wenn man bloss den oberen Theil eines Insektenhirns mit Metallen armirt, so werden dadurch so wenig als in warmblütigen Thieren oder in Amphibien Zuckungen erregt. Warum? Weil jedes Organ nach seiner specifischen Anlage nur seine eigenthümliche Energie äussern kann und das Sensorium so wenig zu Bewegungen als zum Verdauen bestimmt ist. Ob durch solche Reizung in dem Seelenorgan Vorstellungen erregt, ob der Zusammenhang derselben unterbrochen wird, liegt ausser den Grenzen objectiver Wahrnehmung und bleibt so unausdenkbar als der Zusammenhang zwischen Bewegung und Perception überhaupt“*).

Der negative Erfolg bei Gehirnreizungen erklärt sich aus der Mangelhaftigkeit der verwendeten Apparate (Voltaische Säule), welche nur schwache Ströme lieferten, und aus dem Umstande, dass das Gehirn nicht auf seine motorischen Regionen abgetastet wurde. Gelang es doch in der Zeitperiode nach Flourens keinem der hervorragendsten Forscher, wie Longet und Vulpian, trotz emsigster Untersuchungen, mittelst galvanischer Reizung die elektrische Erregbarkeit der Hirnrinde zu erkennen!

Man kam auch gar nicht darauf, an der Vollkommenheit der Methode zu zweifeln, weil die Hirnrinde sich nach den damaligen Versuchsergebnissen auch für alle übrigen Reize unempfänglich erwies und die Bedeutung des Cortex, wie sie ein Gall und förderhin Foville statuirte, durchaus nicht von den massgebendsten Gehirnphysiologen anerkannt wurde.

---

*) „Ich setze voraus, dass beide Metalle am Gehirn selbst angelegt sind. Berührt das eine Metall eine Extremität, so kann allerdings bei hoher Erregbarkeit der Theile das Hirn durch Zuleitung auf einen Bewegungsnerv wirken.“

Hingegen fand Humboldt und so viele Andere (z. B. Pfaff, Volta, Valli, Aldini) das Rückenmark und die Oblongata in hohem Grade elektrisch erregbar.

Aldini, einer der hartnäckigsten Verfechter der thierischen Elektricität, beschäftigte sich auch vielfach damit, die Erregbarkeit des Centralnervensystems zu prüfen, und kam in leider nicht einwandsfreien Experimenten dahin, anzunehmen, dass das Gehirn selbst galvanisch reizbar ist und gereizt Bewegungen hervorruft. „Sollte denn die weise Natur," so sagt er, „gewollt haben, dass das Gehirn als der Vereinigungs- und Mittelpunkt aller Nerven durchaus keine Verrichtung hinsichtlich der Muskelthätigkeit hat?"

In seinem „Essai theor. et expérim. sur le galvanisme" (Paris 1804, deutsch Leipzig 1804) finden sich zahlreiche Versuche, welche im Sinne dieser Anschauung sprachen und interessante Beispiele für die damalige Experimentirtechnik bieten.

Aldini arbeitete mit verschieden construirten „Säulen" (z. B. mit einer Säule von 100 Silber- und Zinkplatten) und verwendete die Köpfe frisch getödteter Rinder, Kälber, Lämmer, Ziegen, Hunde, Pferde etc. zu seinen Untersuchungen, indem er gewöhnlich einen Draht in das mit Kochsalzwasser angefeuchtete Ohr oder Nasenloch steckte, den anderen an verschiedenen Hirnabschnitten applicirte. Alle diese Hirnabschnitte, besonders aber der Balken und das Kleinhirn, zeigten sich sehr erregbar, indem bei Schliessung und Oeffnung des Stromes Zuckungen in der Gesichts- oder auch Extremitätsmuskulatur hervorgerufen wurden. In mehreren seiner Versuche gelang es ihm, als er die Dura in die Kette gebracht hatte, lebhafte Contraction der Gesichtsmuskulatur zu produciren, welche noch stärker wurde, wenn er mit dem Leitungsdraht bis zur Rinde oder noch tiefer eindrang.

Besonders interessant sind jene seiner Experimente, welche an enthaupteten Menschen angestellt wurden, wobei er einen Leitungsdraht an die Lippen, Ohren oder Nase, den anderen an verschiedene Hirntheile brachte. In all diesen Fällen wurden lebhafte Zuckungen der Gesichtsmuskulatur hervorgerufen. In einer dieser Versuchsschilderungen heisst es: „Ich entblösste die Rindensubstanz der linken Gehirnhälfte und brachte diese und das rechte Ohr in die Kette; die Bewegung zeigte sich an der rechten Seite des Gesichts sehr deutlich."

Wenn Aldini's Versuchsanordnungen sogar den Einwürfen seiner Zeitgenossen nicht Stand zu halten vermochten, und wenn auch seine Versuche nicht das bewiesen, was er im Sinne hatte, so verdient ihr Urheber doch einen hervorragenden Platz unter den Vorgängern Fritsch's und Hitzig's.

Während es den meisten Physiologen gelang, durch elektrische

Reizung des Rückenmarks oder der peripheren Nerven Zuckungen in den willkürlichen Muskeln hervorzurufen, versagte die Methode zum Nachweis einer centralen Abhängigkeit des Herzens in den meisten Fällen. Ausser Humboldt und Fowler konnte kein hervorragender Autor eine Aenderung in der Herzthätigkeit beobachten, wenn die Herznerven direct gereizt wurden.

Insbesondere war es Bichat, welcher deshalb mit Nachdruck auf eine centrale Unabhängigkeit des Herzens hinwies, weil verschiedenartig vorgenommene Reizungen (Armirung von Rückenmark und Herz, Gehirn und Herz, Herznerven und Herz) erfolglos blieben. Man erwartete, da der Begriff der Hemmung noch gänzlich unbekannt war, dass nach Vagusreizung eine Beschleunigung der Herzthätigkeit eintrete und leugnete wegen des Ausbleibens dieser Wirkung überhaupt die nervöse Erregbarkeit des Organs.

Die Neuheit der Methode einerseits, die überschwänglichen Erwartungen andererseits brachten es begreiflicher Weise mit sich, dass bei manchen Forschern die Phantasie weitaus die nüchterne Beobachtungsgabe überragte. Bei keinem aber war dies in so ungewöhnlichem Grade der Fall wie bei dem Hallenser Professor Weinhold, der die Identität von Nervenagens und Galvanismus durch die absonderlichsten Versuche zu beweisen unternahm. Nur der Curiosität wegen sei hier auf einen derselben hingewiesen. Weinhold glaubte fest, dass das Centralnervensystem einfach wie eine galvanische Batterie wirkt, und stützte diese Anschauung (abgesehen von den Experimenten Wilson's, Krimer's u. A.) hauptsächlich auf die Beobachtung (?), dass die Nervensubstanz nach galvanischer Durchleitung einen erheblichen Verlust an Materie erleide (Versuche über das Leben. Magdeburg 1817). Er setzte einem Kätzchen am Hinterhaupt eine Oeffnung und entnahm mittelst eines durch dieselbe eingeführten Löffels Gross- und Kleinhirn. Sodann zerstörte er das Rückenmark mit Hilfe einer Schraubensonde, worauf das Thier „alles Leben, alle Sinnesfunctionen, die Bewegung der willkürlichen Muskeln und nach und nach alle Pulsation" verlor. Als Weinhold hierauf beide Höhlen mit Amalgam von Zink und Silber ausgefüllt hatte, „gerieth das Thier an zwanzig Minuten lang in solche Lebensspannung, dass es den Kopf hob, die Augen öffnete, einige Zeit starr vor sich hinblickte, in einer kriechenden Stellung zu gehen versuchte, einige Male wieder zusammensank, sich endlich mit sichtbarer Anstrengung erhob, herumhüpfte und dann erschöpft niedersank. Das Schlagen des Herzens und die gesammte Pulsation, sowie der Kreislauf waren hiebei bedeutend lebhafter . . . auch die thierische Wärme hatte sich vollkommen wieder eingestellt." Dieser Versuch und noch mehr die kühnen Schlussfolgerungen seines phantastisch veranlagten Urhebers bedürfen wohl keiner Kritik!

I.

Versuche über die nervöse Beeinflussung der Athmung.

Annos integros impendas necesse est, ut detegas id, quod aliis deinceps unius horae spatio exponere possis. Steno.

Durch die Haller'sche Schule, welche das Nervensystem fast nur hinsichtlich der Sensibilität untersuchte, wurde, zumal die Lehre von der functionellen Gleichwerthigkeit der Marksubstanz ausgesprochen wurde, das Wissen von den Einzelleistungen des Centralnervensystems nicht erweitert. Das Gehirn sollte in seiner Gänze den Sitz des Sensorium commune bilden, Empfindung und Bewegung vermitteln, das Rückenmark den passiven Leiter der Impulse darstellen. Die Anhänger des Animismus fügten zur Vorstellung der Projection, welche in ihren Grundzügen bereits seit Willis einen Theil des Hirnmechanismus der Anschauung näher brachte, noch das Princip der Reflexaction hinzu. Diese Forschungen nahmen einen so breiten Raum ein, dass über dem Problem der Bewegung und Empfindung das Studium des Zusammenhanges zwischen Nervensystem und organischen Lebensäusserungen mehr in den Hintergrund gesetzt oder gar dem Bereiche des Experiments entzogen wurde.

Obzwar sowohl das Haller'sche System, welches den Organen, insbesondere dem Herzen grosse Unabhängigkeit zuerkannte, als auch der Stahlianismus, der mit mehr oder weniger Einschränkung der Seele die Leitung aller Lebens-

vorgänge anheimstellte, geeignet waren, dem ursächlichen Denken hohe Befriedigung zu gewähren, so drängten doch immer wieder anatomische oder chirurgische Erfahrungen den Gedanken an eine centrale Localisation der vitalen Phänomene, der Athmung[1]) und des Herzschlags, auf. Die Reizung der Herznerven ergab ein unentschiedenes Resultat. Die Anatomie hingegen sprach ein endgültiges Votum zu Gunsten eines centralen Einflusses, seit Scarpa die Bedenken gegen die Existenz von Herznerven widerlegt hatte, am meisten aber leitete das Vagusexperiment in diese Richtung. Der nach Vagusdurchschneidung erfolgende Tod wurde entweder auf Aufhebung der Athem-, Herz- oder Magenfunction zurückgeführt und wies in jedem Falle auf eine nervöse Centralstelle hin. So lange man dieselbe im Gross- oder Kleinhirn suchte, konnte man begreiflicher Weise nur ein negatives Ergebnis erlangen, ein positives Fortschreiten begann erst von dem Momente, da man die Aufmerksamkeit auf Medulla oblongata und Rückenmark hinlenkte, welche bisher nur von der grobphysiologischen Untersuchung über die Lebenswichtigkeit angegangen wurde. Der erste Anstoss zu diesen Versuchsreihen, welche ihr Ziel in der Entdeckung des Athmungscentrums fanden und somit zum ersten Male der Localisationsidee einen dauernden, unvergänglichen Triumph erwarben, ging von England aus, mittelbar beeinflusst durch die Chirurgie.

Der um die Entwicklung der experimentellen Pathologie so vielfach verdiente Hunter (1728—1793) wurde auf den verschiedenartigen Ausgang bei Brüchen der Halswirbelsäule aufmerksam und suchte den Grund dieser Verschiedenartigkeit zu ermitteln. Während bei Verletzungen im unteren Halstheile die Zwerchfellathmung einige Tage fortdauerte, tödteten Verletzungen im oberen Halstheile schon nach einigen Stunden. Aus solchen chirurgischen Fällen, welche nach der herrschenden Lehre, die ja nur eine, dem ganzen Rückenmark

zukommende Reizbarkeit anerkannte, unerklärlich blieben, schloss er, dass nicht die Wunden des Rückenmarks an sich tödten, sondern dass der Exitus vielmehr durch Zerstörung der im oberen Halstheile entspringenden Respirationsnerven bedingt werden müsse. Durch Hunter angeregt, stellte sein Schüler William Cruikshank (1746—1800[2]) Versuche an Hunden an, die zu einer exacten Begründung führten.

Nach Durchtrennung des Spinalmarks zwischen letztem Hals- und erstem Brustwirbel erfolgte sofort Lähmung des Stammes und der hinteren Extremitäten („legs continued supple like those of an animal killed by electricity"). Die Athmung wurde ausschliesslich durch das Diaphragma vollzogen, der Puls pausirte anfangs, wurde sodann langsam und voll. Das Zwerchfell arbeitete kräftig bis zu dem, nach einem Tage eintretenden Exitus. — Durchschneidungen im oberen Halstheile tödteten dagegen sofort. Cruikshank erstaunte höchlichst über die verschiedene „Sensibilität" des Markes und fand die Haller'sche Lehre völlig unzureichend („that the spinal marrow should according to the modern theory, be so irritable in the one place and so much less in the other"). Zur Controlle veranstaltete er, um den wahrhaft zu Grunde liegenden Ursachen auf die Spur zu kommen, folgendes Experiment. Er durchschnitt beide Phrenici, wodurch das Zwerchfell seine Action einstellte, während die Intercostalmusculatur fortarbeitete; wurde hierauf das Rückenmark zwischen letztem Hals- und erstem Brustwirbel durchtrennt, so sistirte augenblicklich die Athmung und der Herzschlag. Lufteinblasung in die Trachea erweckte die Herzthätigkeit für kurze Zeit. Nach einer 3 Minuten währenden Unterbrechung konnte das Herz nicht mehr durch dieses Mittel stimulirt werden.

Durch Cruikshank's bahnbrechende Experimente wurde das Wechselverhältnis von Athmung und Herzthätigkeit, die Abhängigkeit der letzteren von ersterer erwiesen und die Be-

deutung des Halsmarks für die Respiration ausser Frage gestellt. Den, in Folge der Vagusdurchschneidungen eintretenden Tod führte man, da die Reizung des Nerven ohne Wirkung auf die Herzthätigkeit zu bleiben schien, immer mehr auf Hemmung der Respirationsvorgänge zurück. So wurde denn das analytische Denken immer mehr von den fernabdringenden Abschweifungen in die enge Bahn gedrängt, deren Ziel die Entdeckung der Respirationscentren bildete.

Cruikshank's Versuchsergebnisse bildeten eine Hauptetappe auf diesem Wege. Zu einer klareren Auffassung gelangte man noch, als Bichat[3]) (1771—1802) mit scharfer Distinction die Abhängigkeitsverhältnisse und gegenseitigen Wechselbeziehungen von Herz, Lunge und Gehirn zu entwirren begann. Freilich vermochte er dies nur, weil inzwischen die Entdeckung der respiratorischen Bedeutung des Sauerstoffs für die organischen Thätigkeiten helles Licht in das Verständnis des Athmungschemismus geworfen hatte.

Bichat meinte, dass der durch Verletzung des Centralnervensystems hervorgerufene Herztod nicht durch directe Einwirkung des Gehirns aufs Herz bedingt ist, sondern vielmehr durch die Lunge vermittelt werde. Untersuchte er das Blut von Thieren, die durch Hirnerschütterung zu Grunde gegangen waren, oder durch Druck auf das Hirn getödtet wurden, so fand er, dass dasselbe in den Arterien eine schwarze Farbe angenommen hatte, wie auch das Herz bleifarben erschien. Er öffnete z. B. bei einem Hunde die Carotis und überzeugte sich von der hellrothen Blutfarbe, sodann unterband er die Carotis und versetzte dem Thier Schläge auf das Hinterhaupt. Als er hierauf die Ligatur wieder entfernte, floss aus der Carotis schwarzes Blut, der Ausfluss hörte bald auf und endlich sistirte auch die Herzthätigkeit gänzlich. Ebenso bemerkte Bichat Schwarzfärbung des Blutes nach Compression des blossgelegten Hirns oder nach Durch-

schneidung des Rückenmarks zwischen Atlas und Occiput. Die Ursache des Herztodes nach Aufhörung der Hirnthätigkeit leitete er auf Grund dieser Wahrnehmung aus folgendem complicirten Causalnexus her. Durch den Hirntod werde die Action der willkürlichen Muskeln, des Zwerchfells und der Intercostales sistirt. In Folge dessen komme die mechanische Bewegung und mit dieser der Chemismus der Lungen zum Stillstand. Das nicht oxydirte, daher schwarze Blut dringe auch in die Herzfasern und bewirke anfangs Schwächung, endlich völliges Aufhören der Herzthätigkeit. Dass das Gehirn keinen directen Einfluss auf das Herz ausübe, glaubte er aus zahlreichen Versuchen schliessen zu dürfen, die ihm zeigten, wie die Reizung des Hirns hinsichtlich des Herzens erfolglos bleibe, während Muskelzuckungen erregt werden; auch stützte er sich auf die Erfahrung, dass Hirncompressionen, Apoplexien die Herzthätigkeit wenig stören. Bei Reizung des entblössten Gehirns oder des Halsmarks schlug das Herz wie früher fort, bei Reizung des Vagus wurde der Herzschlag weder beschleunigt noch ganz (!) zum Stillstand gebracht, Reizungen der Herznerven blieben ergebnislos. Bichat stellte auch zahlreiche galvanische Experimente an Hunden und Meerschweinchen an, indem er das Herz entweder mit dem Gehirn oder Rückenmark oder den Nerven in galvanische Verbindung setzte. Ebenso operirte er an Guillotinirten durch Armirung von Herz und Rückenmark oder Herznerven und Herz. Alle diese Versuche blieben ohne Erfolg und galten ihm als Beweis für die Unabhängigkeit vom Gehirn. Den Einfluss des letzteren auf die Lungen führte er auf ein, zwischen beiden gelegenes Intermediärorgan zurück. Unter diesem verstand er den mechanischen Athmungsapparat (Zwerchfell und Intercostalmuskeln). Störungen oder Sistirung der Respiration sei die directe Folge der Zerstörung des „Intermediärorgans". Bichat berief sich ausdrücklich auf Cruik-

shank's Experimente, welche zeigten, dass Durchschneidung des Rückenmarks zwischen Hals und Brustmark nur mehr das Zwerchfell, Durchschneidung des Phrenicus nur mehr die Intercostalmuskeln wirken lasse, während Verletzung des Rückenmarks oberhalb des Phrenicusursprungs alle Verbindung mit den Athmungsmuskeln aufhebe und augenblicklich den Tod nach sich ziehe. Die Grenze der tödtlichen Rückenmarksverletzungen bildet nach Bichat demnach der Ursprung des Phrenicus. D'après ce que j'ai dit, la limite est facile à assigner c'est toujours l'origine des nerfs phréniques.“ Der frühere oder spätere Eintritt des Exitus nach Rückenmarksdurchschneidungen sollte nur von der Mitbetheiligung des Zwerchfellnerven abhängig sein.

Die Grundursache der Respirationshemmung liege in letzter Linie in der Stockung der chemischen Processe. Werde das Halsmark oberhalb des Phrenicus verletzt, so erfolge Lähmung der willkürlichen Muskeln, des Zwerchfells und der Intercostales, wodurch die Mechanik und secundär der Chemismus der Lungen zum Stillstand gebracht würden. Die Suspension der chemischen Processe in den Lungen wirke auf Herz und Hirn, das schwarze Blut durchdringe die Gewebe und entziehe ihnen den gehörigen Grad des Incitaments (l'exitation necessaire) zur Aufrechthaltung der Functionen. Cruikshank's und Bichat's Experimente fanden nebst ihren daraus gezogenen Schlussfolgerungen volle Bestätigung durch Brodie[4]), der die Experimentalphysiologie nach vielen Richtungen hin wesentlich förderte. Auch Brodie beobachtete, dass das Herz durch die Verletzungen des Centralnervensystems nur mittelbar betroffen werde. Zerstörte er z. B. an Hunden das obere Halsmark, so hörte die Athmung sogleich auf, während das Herz noch 10—15 Minuten fortschlug. Wurden vor den Enthauptungen die grossen Gefässe unterbunden, so dauerte die Herzthätigkeit noch eine Zeit lang fort, „apparently inaffected

by the entire separation of the brain". Aus dem Umstande, dass der Kreislauf nur wegen Sistirung der Respiration aufhört, erklärt Brodie die Thatsache, dass man durch Einleitung künstlicher Athmung die Herzthätigkeit länger erhalten könne. Seine wichtigsten Corollarien sind folgende: 1. The influence of the brain is not directly necessary to the action of the heart. 2. When the brain is injured or removed, the action of the heart cease, only because respiration is under its influence and if under these circumstances respiration is artificially produced, the circulation will still continue.

Die Unabhängigkeit des Herzens vom Gehirn schien nunmehr dargethan zu sein. Die Ursache des plötzlichen Todes nach Medulla- oder Rückenmarksverletzungen suchte man nunmehr in Störungen des Athmungsmechanismus, und wenig fehlte, dass man an eine genauere Bestimmung der centralen Leitstelle der Respiration heranging. Welche Wandlung die Anschauungen im Laufe der Zeit auch durchmachten, im Wesentlichen stimmten sie, seitdem man die Bedeutung der Herz- und Athmungsfunction für den Fortbestand des Lebens klarer erfasste, darin überein, dass jene Theile des Centralnervensystems, deren Läsion unmittelbar tödtlich wirkt, mit dem Herzen oder der Respiration in nahem Zusammenhange stehen müssen. Von diesem Gedanken getragen, erhob sich die Willisianische Speculation über die Kleinhirnfunction. Als es sich endlich deutlich erwies, dass nur technische Fehler den Schein der vitalen Bedeutung des Cerebellums vorgaukelten, dass vielmehr die Medulla oblongata und der Anfangstheil des Rückenmarks am wichtigsten für das Leben sind, wurde diesen die centrale Leitung der Herz- und Athmungsthätigkeit zugesprochen, eine Annahme, die in den Schlusssätzen Lorry's die concreteste Gestalt annahm.

In der Folgezeit lenkten verschiedenartige Versuchsreihen die Aufmerksamkeit mehr und mehr auf die Athmung, während die Irritabilitätslehre eine grosse Selbstständigkeit des Herzens wahrscheinlich machte. Man lernte immer klarer den Einfluss des Phrenicus auf den Mechanismus, den Einfluss des Vagus auf den Chemismus der Athmung kennen. Cruikshank's Experimente zeigten die vitale Bedeutung des Phrenicusursprungs, nun fehlte noch die experimentelle Durchforschung des Vagusursprungs, um die Kette zu schliessen. Diesen letzten Ring eingefügt zu haben, bleibt das unvergängliche Verdienst des französischen Forschers Legallois[5]). Er war es, der in seinen „Expériences sur la principe de la vie“ (1812) endlich der von Einzelnen noch immer verfochtenen Ansicht, dass das ganze Gehirn den Respirationsmechanismus unterhalte, ein Ende bereitete und eine circumscripte Stelle des verlängerten Marks bezeichnete, von deren Leitungsimpulsen die Athmung unmittelbar abhänge. „Ce n'est pas du cerveau tout entier que dépend la respiration, mais bien d'un endroit assez circonscrit de la moëlle allongée, lequel est situé à une petite distance du trou occipital et vers l'origine des nerfs de la huitième paire ou pneumogastriques.“

Legallois fand, dass bei Kaninchen, denen das grosse und kleine Hirn genommen worden waren, die Athmung sogleich erlosch, wenn das verlängerte Mark zerstört wurde. Er präparirte z. B. bei einem 5 Tage alten Kaninchen den Larynx bloss, so dass man seine Bewegung beobachten konnte; nach der Wegnahme von Gross- und Kleinhirn dauerte der Respirationsact fort, und zwar war die Inspiration durch vier gleichzeitige Bewegungsphänomene charakterisirt, nämlich

durch Schnappen nach Luft, Oeffnen der Glottis, Erheben der Rippen und durch Zusammenziehung des Zwerchfells. Nunmehr wurde die Medulla obl. schichtenweise entfernt. (Schichtendicke 3 mm.) Die vier Bewegungsphänomene bestanden zuerst fort, hörten aber unmittelbar nach dem Schnitte, welcher den Vagusursprung einschloss, auf.

Durchschnitt Legallois bei einer Katze das Rückenmark in der Gegend des 7. Halswirbels, so sistirte die Rippenbewegung. Durchschneidung in der Gegend des 1. Halswirbels brachte die Bewegung des Zwerchfells zum Stillstand, Durchschneidung des Vagus am Halse lähmte die Glottis. So blieb denn nur mehr das Schnappen nach Luft übrig, welches nach seiner Meinung zeigte, dass die Medulla obl. noch immer die Kraft zur Anregung der Athembewegung beibehalte. Durch diese systematische Analyse des Respirationsmechanismus in vier Phasen und durch die Beobachtung, von welchen Partien des Centralnervensystems jede derselben beeinflusst werde, kam Legallois zur Erkenntnis, dass der Medulla oblongata, resp. dem, wie oben erwähnt, begrenzten Theile die eigentliche Anregung der Athmung zukommt, wenn auch die übrigen mechanischen Innervationsstellen ihre eigenthümliche, jedoch untergeordnete Bedeutung besitzen. Durch Zerstörung der Stelle im verlängerten Mark werde die Athmung aufgehoben, wenn auch die übrigen Innervationsstellen fortwirken. Diese Auffassung bildete wieder einen ausserordentlich wichtigen Fortschritt, denn während frühere Autoren lediglich meinten, dass die durch Durchschneidung bewirkte Abhaltung der Hirnimpulse von dem Ursprung der Athemmuskelnerven (Zwerchfell, Brustmusculatur) diese ausser Function setze, erkannte Legallois, dass von einer Stelle des verlängerten Marks die Anregung zur Inspiration vor sich gehe und die Zerstörung derselben den ganzen Mechanismus mit einem Schlage aufhebe. „Que

le principe de tous les mouvements inspiratoires a son siége vers cet endroit de la moëlle allongée, que donne naissance aux nerfs de la huitième paire.“ (Corollar des zur Prüfung der Versuche eingesetzten Comités, welches aus Hallé, v. Humboldt und Percy gebildet war.)

Was die übrigen Abschnitte des Rückenmarks anlangt, so fand er nach Zerstörung des ganzen Brustrückenmarks noch 2 Minuten lang Inspirationsbewegungen des Zwerchfells, Zerstörung des Halsmarks sistirte sogleich die Einathmung. Durch die Vernichtung des Lendenmarks (Bauchmuskelnerven) wurde die Athmung anfangs gestört, trat aber dann wieder in regelmässigen Gang und währte eine Viertelstunde. Legallois' Versuche wurden von mehreren Forschern nachgeprüft, darunter auch von den deutschen Physiologen R. Treviranus[6]) und Weinhold[7]). Ersterer fand bei Fröschen, dass die Athmung nicht vom ganzen Gehirn abhängig ist, sondern von jener in der Nähe des Vagusursprungs gelegenen Stelle beherrscht wird. Letzterer erklärte, dass man das Gehirn in scheibenförmigen Schnitten von vorne nach hinten abtragen kann, ohne dass die Respiration aufgehoben wird, bis man zu der scharfbegrenzten Localität in der Medulla obl. gelange, deren Verletzung die Athmung sofort sistirt.

An Legallois knüpfte kein Geringerer als Charles Bell[8]) an, der die Leistung der einzelnen Nerven, soweit sie das Zustandekommen der Athmung ermöglichen, eingehend untersuchte. Aus eigenen und fremden Untersuchungen mehr anatomischer als experimenteller Art schloss er, dass nicht allein der Vagus, sondern noch eine Reihe von Nerven für die Respiration wesentlich sind. Durchschneidung des Facialis hemmt die Bewegung der Nasenflügel, Lippen etc., Durchschneidung der Recurrentes bedingt den Verlust der Stimme. Die Rami laryngei vagi vermitteln die Uebereinstimmung in der Bewegung der Muskeln der Stimmritze und

der Brust, die Phrenici leiten die Action des Diaphragma, der Accessorius die auxiliäre Thätigkeit des Trapezius, Sternocleidomastoideus etc.

Die innige Sympathie, welche die Muskeln beim Athemholen vereinigt, deutet nach seiner Meinung um so mehr, als diese Muskeln ganz entfernt voneinander liegen, auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt ihrer Kraft. Im Gehirn könne derselbe nicht liegen, weil Thiere auch nach Wegnahme von Gross- und Kleinhirn noch athmen, ebenso die „Anencephalen", wenn wenigstens die Wurzeln der oben genannten Nerven erhalten sind. Auch dem ganzen Rückenmark könne die Bedeutung eines einigenden Centrums nicht zukommen, dem widersprechen die Versuche — Quetschung der Medulla aber, von der diese Nerven ihren Ursprung nehmen, vernichte sofort ihre Athemthätigkeit. („But a bruise on the part of the medulla oblongata from which these nerves take their departure, is death in the instant, a breath is not drawn again.") Dass die Aufhebung der Function des Vagus allein den Stillstand der Athmung nicht bewirke, erwiesen die Experimente. — Charles Bell verlegte in die Seitentheile der Medulla oblongata ein Centrum, welches die Bestimmung habe, die Einzelleistungen der Athmungsmuskeln zu einem Gesammteffect, zu einer gleichzeitigen harmonischen Action zu vereinigen. („Now that we find that many respiratory nerves depart from the same centre and go out to all the parts of the muscular frame, which move in respiration, we can better comprehend, how injury of the medulla oblongata suppresses at once the act of respiration int he nostrils throat and windpipe and the action of muscles both in throat and within the chest.")

Auch bei den willkürlichen Muskeln bestehe durch ihre Nervenverbindungen eine gewisse Association. Mache man den Versuch am Rückenmarke, so könne man ebenfalls eine

gewisse Verbindung in den Bewegungen der vier Extremitäten bemerken. Unter der Einwirkung einer galvanischen Batterie sehe man den Hingerichteten springen und gähnen. Während bei den Muskeln der Gliedmassen aber die Bewegung nur nach Application eines Reizes erfolge, bleibe die Respiration, einmal in Gang gesetzt, in regelmässigem Rhythmus. Der Hauptsitz der die Respiration beherrschenden Kraft ist, nach Bell, auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, nämlich auf die Seitentheile der Medulla oblongata. Er liess auf Grund anatomischer Untersuchungen jede Seitenhälfte des Rückenmarks aus drei Strängen oder Säulen bestehen; eine für die willkürliche Bewegung, eine für die Empfindung, eine dritte für die Respiration. Die beiden ersten erstrecken sich nach dem Gehirn hinauf und verbreiten sich in demselben, die letztere endet in der Medulla obl., wo sie die deutlichste Entwicklung zeige. Bell's Verdienst bleibt es, dass er mit grösserer Klarheit als alle Vorgänger in dem Mechanismus der Respiration einen vielfach zusammengesetzten Apparat erkannte, dessen anatomisches Substrat nicht allein der Vagus und Phrenicus, sondern noch eine Reihe anderer Nerven bildete, und dass er ein alle Athmungsvorgänge zusammenfassendes beherrschendes Centrum in der Medulla annahm. Dass nicht der Vagusursprung selbst diese Rolle spielt, war bekannt, wie denn auch Fodéra auf Grund experimenteller Untersuchungen das Athmungscentrum unterhalb des Vaguskernes localisirte, an einer Stelle, deren Verletzung den plötzlichen Tod unter asphyktischen Erscheinungen nach sich zieht. („La section de la moëlle allongée au-dessous de l'endroit quidonne naissance aux nerfs de la huitième pair fait périr l'animal d'asphyxie.“ Recherches experimentelle sur le système nerveux 1822.) Mit Fodéra schliessen wir die Darstellung der Entdeckungsgeschichte des Respirationscentrums, denn sein nächster Nach-

folger, der die Frage ihrer endgültigen Lösung zuführte, war Flourens, der Schöpfer der modernen Hirnphysiologie. Die Entdeckung des Athmungscentrums bildete den ersten, lange Zeit einzigen und dauernden Erfolg jenes mühseligen, oft irregeleiteten oder unterdrückten Strebens, das auf die Realisirung des Localisationsgedankens abzielt. Ueberschaut man den langen Weg, der seit Willis zurückgelegt wurde, so verkennt man trotz der vielfachen Abschwenkungen, welche meistens anderweitig Nutzen stifteten, doch nicht gänzlich ein fast zielbewusstes Hinstreben. Die Geschichte der Entdeckung des Athmungscentrums ist auch die Geschichte der Experimentalphysiologie des Centralnervensystems, sie weist in jedem Zeitraum die feinen Züge auf, welche das Merkmal der jeweiligen Denkart ausmachten, sie knüpft stets an das Errungene der Vergangenheit an und gestaltet es durch die Benützung der technischen Fortschritte zu einem völlig Neuen um, sie gelangte durch äussere und innere Momente am frühesten zum erfolggekrönten Abschluss, zu einem Ziele, welches aufmunternd das zukünftige Geschick aller übrigen Probleme der Hirnphysiologie ankündigt.

Wohl kein Abschnitt der Geschichte des Hirnexperiments lehrt überzeugender, wie die heute fast unbekannten, lang vergessenen Forscher vergangener Jahrhunderte durch ihre verdienstvolle Arbeit die Römerstrasse schufen, auf welcher der Triumphwagen der modernen Wissenschaft einherfährt. Flourens, der noch aus einer Zeit stammte, in der die wissenschaftliche Tradition selbst einen Theil des Wissens ausmachte, in der man sich noch nicht schämte, die Theorien der Alten mit den Erfahrungen der Neueren in Zusammenhang zu bringen, knüpfte vollbewusst an die Vorgänger an und gab durch das Hilfsmittel vollendeter Technik den Forschungsergebnissen eines Lorry, Cruikshank, Bichat,

Legallois, Bell und Fodéra festere Grenzen, deutlichere Umrisse. Die Nachfolger aber vergassen nur zu leicht, dass sie mit ihrer unphilosophischen Verhöhnung der Alten dem thörichten Kinde gleichen, das auf den Schultern des Giganten stehend, sich grösser dünkt als dieser! Wenn einmal Pulver in der Pfanne ist, genügt ein Funke, um es zu entzünden.

---

[1]) Auf die nervöse Centralisation verwiesen die Athembewegungen der Kiefer, welche man an abgeschnittenen Köpfen beobachtete, also unter Umständen, wo ein Athmungsorgan überhaupt nicht mehr vorhanden ist.

[2]) Phil. trans. 1795.

[3]) Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Paris 1800.

[4]) Benjamin Collins Brodie (1783—1862). Phil. trans. 1811.

[5]) Julien Jean César Legallois. Expériences sur le principe de la vie notamment sur celui des mouvements du coeur, et sur le siége de ce principe. Paris 1812.

[6]) Vermischte Schriften. Göttingen 1816.

[7]) Versuche über das Leben und seine Grundkräfte auf dem Wege der Experimentalphysiologie. Magdeburg 1817.

[8]) Phil. trans. 1822.

II.

Versuche über die nervöse Beeinflussung der Herzthätigkeit.

> Diejenigen, welche Gedanken hatten, haben seit jeher mehr gesehen, als Die, welche bloss mit dem leiblichen Auge sehen wollten. Nicht selten aber gelangten sie zu ganz anderem Ziele, als sie sich gesteckt hatten.
>
> Burdach.

Entsprechend jener Deutung, welche die tödtliche Wirkung der Vagusdurchschneidung vom Herzen ableitete, versuchten manche Forscher den Einfluss exacter zu bestimmen, welchen das nervöse Centralorgan, resp. die Medulla oblongata oder das Rückenmark auf den Kreislauf und die Herzthätigkeit ausüben sollte. Diese Versuchsreihen liefen parallel mit den Experimenten über die centrale Athmungsinnervation, ohne aber wie diese zu einem frühzeitig befriedigenden Abschluss zu gelangen.

Seit Harvey's umwälzender Entdeckung standen sich jederzeit zwei Meinungen schroff gegenüber, von denen die eine dem Herzen volle Selbständigkeit zuerkannte, die andere seine Abhängigkeit vom Centralnervensystem verfocht. Das Zünglein der Wage schwankte bald hierhin, bald dorthin. Der Willisianischen Theorie widersprachen die wundervollen Beobachtungen am exstirpirten Herzen, den klinischen Erfahrungen vom Einfluss der Leidenschaften widersprach der negative Ausfall der Reizversuche an den Herznerven, Gehirn und Rückenmark, das Vagusexperiment fand verschieden-

artige Auslegung, und endlich schien sogar die Anatomie den Folgerungen der Irritabilitätslehre das Wort zu reden, insofern sie das Vorhandensein wahrer Herznerven bestritt. Die geringe Zahl positiver Reizversuche an den Herznerven (Humboldt, Fowler), die aufkeimenden Vorstellungen von der Wirkung der Ganglien[1]) (Johnstone, Prochaska), die ungenauen Beobachtungen von Alteration der Herzbewegung durch Vagusreizung, und selbst die immer neu auf Thatsachen basirende praktische Erfahrung fielen zu wenig in die Wagschale, um den Haller'schen Lehren ein Gegengewicht bieten zu können. Erst Scarpa's unwiderlegbarer Nachweis von der Existenz der Herznerven liess den klaffenden Zwiespalt zwischen der Physiologie und der übrigen medicinischen Forschung in seiner ganzen Ausdehnung erkennen. Noch Bichat[2]) scheiterte an dem Problem, und erst Legallois gelang es, die experimentelle Methode in eine neue Bahn zu lenken, indem er, die ausgetretenen Spuren der Vorgänger verlassend, nicht im Gehirn, sondern im Rückenmark die Kraftquelle der Herzthätigkeit suchte. Die früheren Versuche waren negativ ausgefallen; Haller berichtete (Elem. I. 456), dass Reizung des Rückenmarks den aufgehobenen Herzschlag nicht mehr herstellte[3]). Obzwar Kaau-Boerhaave, Bruning, Ens u. A. der Reizung in manchen Fällen stärkere Herzaction folgen sahen, erklärte Fontana, dass dieselbe nur auf einer durch die Convulsionen der Skelettmusculatur hervorgerufenen mechanischen Erschütterung beruhe. Trotz der Rückenmarksdurchschneidung sah man die Pulsation fortdauern (Haller I, 463, Fontana, Viperngift, pag. 344). Sorgsamere Beobachtungen stellte erst Cruikshank[4]) an. Bei einem Hunde, dem er das Rückenmark zwischen letztem Hals- und erstem Brustwirbel durchtrennte, stand das Herz eine Zeit lang still, um dann langsam und voll in der ersten Viertelstunde 160mal, nach 4 Stunden 90mal, nach 7 Stunden

20mal zu pulsiren. Bei einem anderen Hunde, wo auch Vagus und Sympathicus durchtrennt waren, schlug das Herz nach 5 Minuten 120mal, nach 6 Stunden 80mal, nach 8 Stunden 60mal per Minute. Bei einem dritten Hunde, dem Rückenmark und beide Phrenici durchschnitten wurden, schlug unter künstlicher Athmung das Herz 90mal per Minute und pulsirte fort, nachdem man Vagus und Sympathicus durchschnitten hatte.

Legallois[5]) nahm zum Ausgangspunkt seiner höchst interessanten Experimente die Frage, welcher Theil des Nervensystems unmittelbar Sitz des Lebensprincips ist. Zunächst untersuchte er, wie lange ein Fötus leben könne, nachdem alle Verbindung mit dem Mutterleib abgeschnitten wurde. Es ergab sich, dass die Früchte nach Abtrennung des Kopfes genau so lange Lebenszeichen verriethen, als in Fällen, wo der Tod durch Erstickung herbeigeführt wurde. Künstliche Athmung genügte auch, um das Leben im Rumpfe noch eine Zeit lang zu erhalten. Hieraus glaubte er schliessen zu dürfen, dass die Quelle des Rumpflebens nicht im Gehirn, sondern im Rückenmark verborgen liege. In der That verschwanden alle Lebenszeichen sofort, wenn das Rückenmark gänzlich zerstört wurde. Schnitt er den Früchten den Kopf nicht ab und vernichtete er bloss das Rückenmark, so erfolgte in der gleichen Zeit derselbe Ausgang, ein Resultat, welches unwiderleglich die Annahme zu beweisen schien, dass der Rumpf seine Lebensthätigkeit in letzter Linie nur dem Rückenmark danke, vom Gehirn dagegen nur mittelbar durch die Respiration abhänge; den zweitwichtigen Factor des Lebens sollte die Blutzufuhr, der Kreislauf ausmachen, da nur so der nach Unterbindung der Arterien plötzlich eintretende Tod erklärlich war. Rückenmark und arterielles Blut galten ihm also als die beiden Lebensquellen.

Nach Lösung der ersten Frage warf sich durch ein merk-

würdiges Versuchsergebnis ein zweites Problem auf, und dieses führte Legallois zu seinem eigentlichen Thema, ob nämlich die Blutcirculation vom Centralnervensystem beeinflusst werde.

An einem 20 Tage alten Kaninchen vernichtete er den Lendentheil des Rückenmarks. Die vorausgehenden Versuche hatten erwarten lassen, dass das Thier fortleben dürfte oder doch durch Einleitung künstlicher Respiration am Leben erhalten werden könnte. Statt dessen beobachtete Legallois, dass der hinterste Theil des Körpers nach Vernichtung des Lendenmarks sogleich erstarb, und dass das Versuchsthier nach 1½ Minuten kein Lebenszeichen verrieth. Sofort angewandte künstliche Athmung erwies sich gänzlich unnütz, das Leben anzufachen. Noch viel schneller trat der Exitus ein, wenn statt des Lendenmarks das Halsmark zerstört wurde[6]).

Der Schluss, den Legallois nunmehr zog, lief darauf hinaus, dass die plötzlich tödtende Wirkung partieller Rückenmarkszerstörungen auf der Sistirung eines zum Leben unmittelbar nöthigen Princips beruhen muss. Nach dem Vorausgeschickten konnte dies nur entweder das Rückenmark selbst oder aber der Kreislauf sein, d. h. partielle Vernichtung des Rückenmarks pflanzt sich unmittelbar auf das ganze Rückenmark fort und macht es functionsunfähig oder hebt die Blutcirculation auf. Aus diesem Dilemma half er sich dadurch, dass er bei einem anderen Thiere das Lendenmark zerstörte, nachdem er vorher dasselbe vom Brustmark durch einen Querschnitt getrennt hatte. Da auch diesmal derselbe Ausgang beobachtet wurde, fiel die Annahme, dass sich die Wirkung auf das ganze Rückenmark fortleite, weg, und es schien nunmehr sichergestellt, dass der rasch eintretende Tod nur durch Aufhebung des Kreislaufes bedingt ist, dass demnach im Rückenmark das erregende Princip desselben zu suchen ist. Einen weiteren Beweis sah Legallois darin, dass sich

die Wirkung der Vernichtung von Rückenmarksabschnitten oder der Aufhebung des Kreislaufs durch Unterbindung oder Wegnahme des Herzens in gleicher Zeit geltend macht. Seine Erfahrungen führten ihn zu folgenden Resultaten: Die Vernichtung des ganzen Rückenmarks hemmt sofort den Kreislauf, ebenso die Vernichtung des Halsmarks. Die Zerstörung des Brustmarks wirkt bei Versuchsthieren in gleicher Weise, aber erst vom 10. Tage ihres Lebens angefangen nach 2 Minuten, vom 20. Tage an dagegen sofort. Die Zerstörung des Lendenmarks hemmt vom 20. Lebenstage an den Kreislauf nach 2 Minuten.

Als Zeichen der Aufhebung oder Schwächung des Kreislaufs wurde die Leere der Carotiden, das Ausfliessen von schwarzem Blut trotz künstlicher Athmung, der Mangel an Hämorrhagie bei Amputationen angesehen. Der Fortbestand des Herzschlags galt nicht als Gegenbeweis, „weil das Herz auch exstirpirt noch fort pulsire“. Gegen diese Kriterien erhoben sich bald, und mit Recht, die Gegner Legallois'. Dieser blieb bei den genannten Versuchen nicht stehen, sondern ging noch einen Schritt weiter, indem er folgendermassen resumirte: Tritt der Tod nach Zerstörung des Rückenmarks durch Aufhebung der Blutcirculation ein, so wird er selbstredend eigentlich durch Lahmlegen der Kraft des Herzens bedingt. Vermag man dem durch geeignete Mittel vorzubeugen, erhält man die Kraft des Herzens durch schützende Vorsichtsmassregeln, so muss auch der Exitus verhindert werden. Das geeignete Mittel erblickte Legallois in der Verringerung der Arbeit, in der Verkleinerung des Stromgebietes, also in der Arterienligatur. Unterbinde man diejenige Arterie, welche den durch partielle Vernichtung des Rückenmarks gelähmten Theil versorgt, so werde die Herzkraft auf die restirenden Körperpartien concentrirt, also relativ grösser, und somit zur Erhaltung des Kreislaufes in Stand

gesetzt. Für das Halsmark wirke eine vorher vorgenommene Enthauptung wie eine Ligatur, d. h. die sonst augenblicklich tödtende Vernichtung des Halsmarks könne bei enthaupteten Thieren ohne sofortige Sistirung des Kreislaufes ins Werk gesetzt werden. Ebenso gleiche der Ligatur an Wirkung die Verletzung kleiner Abschnitte des Rückenmarks, weil sie den Kreislauf in den Theilen, die von denselben innervirt werden, schwäche, wodurch eben eine Ersparung von Kraft dem Kreislauf in den übrigen Theilen zu Gute kommt. Das Herz erhält seine Kraft aus dem Rückenmark durch Verbindungsfasern des Sympathicus. Zerstöre man einen Theil des Rückenmarks, so verliere es einen, dem entsprechenden Theil seiner Kraft; mache man aber einen Abschnitt des Gefässsystems unwegsam (Ligatur, Zerstörung kleiner Partien des Rückenmarks), so genüge die noch übrige Herzkraft zur Unterhaltung des Kreislaufs; je mehr man also Gefässe unterbinde, desto mehr Rückenmark könne verloren gehen, ohne dass die Circulation ganz aufhört.

Die letzteren Schlüsse, welche Legallois aus seinen Experimenten zog, mussten in Nichts zerfallen, wenn man einfach überlegte, dass der Zuwachs an Kraft, den das Herz erfährt, sobald Arteriengebiete durch Ligatur oder partielle Rückenmarksläsion dem Kreislauf entzogen wurden, wieder dem Kraftverlust gleich sein musste, von dem das Herz durch die theilweise Rückenmarkszerstörung betroffen wurde; denn die Annahme, dass das Herz von jedem Theil des Rückenmarks jenes Kraftquantum erhält, das zur Erhaltung der Circulation in den entsprechenden Theilen nöthig ist, bildete ja ein Axiom. Ebensowenig schien es einleuchtend, dass partielle Rückenmarkszerstörungen der Ligatur gleichzustellen sind und dass Vernichtung kleiner Partien den Kreislauf verstärkt, während er durch diejenige grösserer Abschnitte aufgehoben werden soll.

Weiterhin wurde von Gegnern angeführt, wie wenig exact die Kriterien waren, von denen sich Legallois leiten liess, um die Aufhebung der Circulation zu beurtheilen, wie leichtfertig er aus Symptomen der Verlangsamung auf völlige Unterbrechung des Kreislaufes schloss, wie widersinnig er sogar bei bestehendem Herzpuls dem System zuliebe die Circulation zu leugnen versuchte. Auch berücksichtigte er den Ablauf der Folgeerscheinungen so wenig, dass er viele seiner Versuche, wo zwar in Folge des Shocks anfänglich Stillstand, später aber Fortdauer der Herzthätigkeit erfolgte, für bewiesen erklärte, weil diese Art der Herzaction auch dem exstirpirten Organe eigen sei. Selbst die Grundversuche, welche nur im Rückenmark das dominirende Herzcentrum nachweisen sollten, wurden angefochten, weil Legallois es unterlassen hätte, nachzuforschen, ob nicht das Gehirn nach Entfernung des Rückenmarks den Kreislauf zu unterhalten im Stande ist; statt dessen hatte er in allen Fällen zuerst das Gehirn, dann das Rückenmark zerstört.

Dem ausserordentlich günstigen Urtheile des Comités, welches von der Akademie beauftragt war, die Experimente nachzuprüfen, folgte schon kurze Zeit nachher eine ebenso das Mass überschreitende Verwerfung von Seite einiger deutscher und englischer Autoren, um so mehr, als auch die „Rohheit“ der Methode den Unwillen erregte und für eine Zeit lang selbst die Pflege der Experimentalforschung sehr in Frage zog. Namentlich in England verurtheilten manche treffliche Forscher die Vivisectionsmethode, zumal seit Bell die Anatomie das Wissen von den Functionen des Nervensystems in erstaunlich kurzer Zeit erweitert hatte.

Vom Standpunkte der heutigen Wissenschaft kann den Versuchen, mit denen Legallois eigentlich einen neuen Pfad der Nervenphysiologie eröffnete, um so weniger grosse Bedeutung abgesprochen werden, da ein Theil seiner Resultate

später exacte Bestätigung fand und nur von seinen Schlussfolgerungen abstrahirt werden muss.

Legallois fehlte vornehmlich darin, dass er zwischen Schwächung und Sistirung des Kreislaufes gar keinen Unterschied machte, sondern beide einfach identificirte. Die Ursache lag darin, dass man zu seiner Zeit von den regulatorischen Einflüssen auf die Gefässe, wodurch dieselben in gewisser Hinsicht vom Herzen unabhängig werden, kaum eine Vorstellung hatte. Beobachtete er also in der Peripherie in gewissen Gefässen Retardation des Kreislaufes, so schloss er vom Standpunkte des damaligen Wissens folgerichtig auf Erlahmung der Kraft des Herzens. Trat durch gänzliche oder theilweise Vernichtung der Stillstand des Herzens ein, wie es insbesondere in Versuchen, wo das Halsmark oder obere Brustmark zerstört wurde, der Fall war, so entsprach der wissenschaftlichen Doctrin vollends die Annahme, dass im Rückenmark die Quelle der Herzthätigkeit gelegen ist. Verschwand aber, namentlich bei Kaltblütern, der anfängliche Stillstand, so erschien gerade die Arhythmie der folgenden Herzaction dafür zu sprechen, dass dem Organ der nervöse Einfluss entzogen ist, dass seine Thätigkeit von der normalen zu sehr abweicht, um mit ihr verglichen werden zu können. Da durch partielle Rückenmarkszerstörungen in den entsprechenden Gebieten Kreislaufstagnation auftrat, so ergab sich noch die schärfere Präcision des Grundgesetzes: das Herz empfängt von jedem Theil des Rückenmarks jenes Kraftquantum, das zur Erhaltung der Circulation in den entsprechenden Abschnitten vonnöthen ist.

Die weitere Consequenz, die Legallois nun zog, dass Ligaturen durch Verkleinerung des Kreislaufsgebietes Kraftzuwachs bringen, war, wie schon oben erwähnt, völlig unstichhaltig, ändert aber an der Richtigkeit der beobachteten Thatsache gar nichts. Völlig unerwiesen war auch die Gleich-

stellung der Zerstörung kleiner Rückenmarkspartien mit Ligaturen; diese Hypothese sollte über die auffallende Schwierigkeit hinweghelfen, dass partielle Rückenmarksvernichtung nicht in jedem Falle, nicht bei jedem Versuchsthiere und namentlich dann nicht tödtlich ende, wenn man die Operation statt in roher und ungestümer Weise mit gewisser Schonung und in allmählicher Progression vornimmt.

Gehen wir zur Beurtheilung der Betrachtungen über, die Legallois anstellte, so finden wir den Schlüssel zur Erklärung darin, dass durch die Zerstörung des Rückenmarks in seiner Gänze oder in grösseren Abschnitten der Blutdruck so sehr sank, dass das Herz vorübergehend oder dauernd zum Stillstand gebracht wurde, oder doch meistens in den betreffenden Körpertheilen bemerkenswerthe Stagnation des Kreislaufes eintrat. Betraf die Vasomotorenlähmung grössere Gebiete, so reagirte das Herz auf den bedeutend verminderten Druck durch eine äusserst langsame, kleine, mühsame arhythmische Thätigkeit, welche nur allmählich wieder zur Norm zurückkehren konnte. Durch neuere Untersuchungen ist es bekannt, dass z. B. beim Hunde das Herz völlig still stehen kann, wenn das Mark vom 1. Hals- bis 8. Brustwirbel exstirpirt wird. Die Resultate Legallois' waren also an sich ganz richtig, nur die Deutung war falsch. Dass bei blosser Durchtrennung, bei Zermalmungen kleinerer Rückenmarkspartien oder selbst bei Zerstörungen grösserer Abschnitte, die nicht auf einmal, sondern allmählich vorgenommen wurden, der Kreislauf und somit das Leben erhalten werden konnte, vermochte er sich in völliger Unkenntnis der Gefässnerven und ihrer Centren nur durch eine sehr gewagte Hypothese zu erklären, welche sich auf die Wirkung der Ligaturen stützte. In der That lehrte die moderne Forschung, dass derartige Resultate der Wirkungsweise der Gefässcentren im Höhlengrau, resp. der Ganglien, in den Gefässwänden zu danken

sind, welche bei Ausfall der übergeordneten Centren wirksam werden und allmählich durch Herstellung des Gefässtonus den Kreislauf möglich machen. Durch die Ligatur eines Gefässabschnitts erhält das Herz nicht, wie er meinte, einen directen Kräfteüberschuss wegen Verkleinerung des Stromgebietes, sondern einen erhöhten Reiz in Folge der Steigerung des Blutdruckes.

Legallois erwarb sich ein ausserordentlich grosses Verdienst dadurch, dass er eine bisher schwer zugängliche Frage durch Variation der Methode in Fluss brachte und vielfach zu neuen Forschungen anregte, welche den Zweck hatten, nachzuweisen, ob die Herzthätigkeit, die Unterhaltung des Kreislaufs, vom Centralnervensystem direct abhängig ist oder nur regulatorische Einflüsse empfängt, oder endlich nur vermittelst der Respiration von der Medulla oblongata aus geregelt wird. Die Kritik seiner Versuchsanordnung lehrte auch das Wechselverhältnis von Herz und Gefässen insoweit besser verstehen, dass man auf eigene Regulation der letzteren mehr aufmerksam wurde. Der Eifer für die experimentelle Methode, die immer mehr Aufschwung nahm und an Verbreitung gewann, veranlasste namentlich deutsche und englische Physiologen, zu den Schlussfolgerungen des Franzosen meist gegnerische Stellung zu nehmen.

Der bedeutendste unter diesen war Wilson Philip[7]), der die Bekämpfung Legallois' zum Gegenstand einer eigenen Schrift machte, in der er zu beweisen suchte, dass die Kraft des Herzens und der Gefässe vom Gehirn und Rückenmark unabhängig ist, jedoch von denselben reizend oder sedativ beeinflusst wird. Wilson Philip stellte seine Experimente meist an Kaninchen und Fröschen an und kam zu dem Resultate, dass bei diesen die Wegnahme des Gehirns oder Rückenmarks den Kreislauf nicht sistirt oder doch nur vorübergehend lähmt. Er ging hiebei gewöhnlich folgender-

massen vor: Das Versuchsthier (Kaninchen) wurde zuerst durch einen Schlag auf den Kopf betäubt, sodann nach Einleitung künstlicher Athmung das Rückenmark mittelst eines eingeführten Drahtes zerstört, das Gehirn entweder entfernt oder durch Application von Opium ausgeschaltet oder comprimirt oder verletzt. Seine Schlüsse zog er aus der Beobachtung des Herzschlages, des Carotidenpulses, des Blutflusses aus angeschnittenen Arterien. Es zeigte sich, dass der Kreislauf durch die künstliche Athmung unterhalten werden kann, allerdings durfte der Blutverlust nicht zu gross sein. Um letzteren zu vermeiden, legte Wilson Philip z. B. bei den Fröschen, die er enthauptete, vorher eine starke Ligatur um den Hals, bevor er den Kopf abschnitt. Wenn hierauf das Rückenmark durch einen dünnen Draht zerstört und die Schwimmhaut unter dem Mikroskop betrachtet wurde, so zeigte sich in derselben der Kreislauf noch mehrere Minuten fortbestehend. Auch auf die Ausführung der Versuche kam es wesentlich an. Bei einfacher Trennung hörten die Herzschläge nicht auf und bei vorsichtiger umfangreicher Zerstörung kam es nicht so rasch zum Herzstillstand, wie bei gewaltsamer roher Abtrennung.

Obzwar er nicht nur die Herzbewegung, sondern alle bewegenden Kräfte des thierischen Körpers vom Nervensystem unabhängig hielt, so verschloss er sich doch nicht der Ansicht, dass sie durch dasselbe verschiedenartig afficirt werden. Soweit dies das Herz betrifft, führte ihn zunächst die Beobachtung darauf, dass bei plötzlicher Vernichtung des Rückenmarks oder Gehirns der Kreislauf zwar nicht sogleich für immer sistirt wird, das Herz aber häufig plötzlich still steht und erst nach einigen Minuten die vorige Thätigkeit, jedoch nicht mit gleichmässiger Rhythmik ausübt. Wurde z. B. bei Fröschen Kopf und Rückenmark entfernt, so schlug das Herz noch mehrere Stunden, aber unregelmässig fort. Zerstörte

Wilson Philip das Hirn durch den Schlag eines Hammers, so wurden die Herzcontractionen sofort weniger lebhaft und abgeschwächt. Ja, ungefähr eine halbe Minute blieb das Herz ganz ruhig, nachher kehrte der Kreislauf zurück. Rückenmarkszerstörungen hatten den gleichen Erfolg.

In feinerer Weise bewerkstelligte er Alterationen der Herzthätigkeit, indem er verschiedene Gifte auf die Oberfläche des Gehirns oder Rückenmarks einwirken liess (Weingeist, Opium, Tabakaufguss etc.). Am geringsten war die Wirkung bei Application auf das Lumbarmark. Durch Opiumlösung oder Tabak wurde der Herzschlag anfangs schwächer, später wieder vermehrt; die Erhöhung der Pulsfrequenz erschien bei der Application von Opium bedeutender, während der Tabak schneller und intensiver die darauf folgende Schwächung der Herzthätigkeit hervorrief. In sehr schöner Weise verlieh Wilson Philip seinen Versuchen grössere Exactheit durch die mikroskopische Beobachtung des Kreislaufes in den Gefässen der Schwimmhäute. Brachte er z. B. Weingeist auf das Gehirn eines Frosches, so wurde die Schnelligkeit des Kreislaufs bedeutend vermehrt. — Brachte er eine Tabakauflösung auf das Gehirn, so zeigte sich die Blutbewegung schon nach einer halben Minute weniger schnell und verstärkte sich erst wieder, wenn die Tabakauflösung durch Abwaschen entfernt wurde. Aus solchen Experimenten schloss er, dass der Nerveneinfluss im Stande sei, auf das Herz und auf die Circulation erregend oder sedativ zu wirken, letzteres bis zu dem Grade, dass die Thätigkeit sistirt wird. Durch anderweitige und complicirte Versuche erwarb er die Erfahrung, dass mechanische Reize, auf Gehirn oder Rückenmark angewendet, mehr geeignet sind, die Muskeln der willkürlichen Bewegung zu erregen, während chemische Reize wegen ihrer mehr auf die Gesammtheit sich erstreckenden Einwirkung besser auf die Herzthätigkeit einwirken. Wurde

z. B. einem durch Schläge aufs Hinterhaupt der empfindungslos gemachten Kaninchen ein Theil der Hirnschale weggenommen und auf die Hirnoberfläche Weingeist gebracht, so wuchs die Frequenz der Herzschläge (am blossgelegten Herzen beobachtet) sogleich merklich an; mechanische Reize, welche lebhafte Convulsionen der Skelettmusculatur erzeugten, bewirkten nie diesen Erfolg. Neuere Untersuchungen über den Einfluss der Grosshirnrinde auf Blutdruck und Pulsfrequenz bestätigten in mancher Hinsicht diese Experimente, denen auch das grosse Verdienst zukommt, dass sie die häufigere Verwendung der chemischen Reize inaugurirten und dadurch manches Resultat herbeiführten, das früher nicht erzielt werden konnte. Viele falsche Schlüsse, die nur einer mangelhaften, einseitigen Methode ihre Entstehung verdankten, konnten hiedurch widerlegt werden. Dies galt namentlich in der Frage des nervösen Einflusses auf die Herzthätigkeit. Wilson Philip wollte auch Legallois darin bekämpfen, dass er den directen Einfluss des Gehirns ohne Vermittlung des Rückenmarks nachzuweisen suchte. Zu diesem Zwecke durchschnitt er einem Kaninchen das Mark nahe am Kopf und zerstörte es mit einem in den Wirbelcanal eingeführten Draht. Sodann brachte er Weingeist aufs blossgelegte Gehirn, und siehe da, es trat derselbe Reizerfolg ein, wie bei intactem Rückenmark. Noch bedeutungsvoller war sein Unternehmen, festzustellen, ob der Kreislauf in den Gefässen unmittelbare und vom Herzen unabhängige Gehirn- oder Rückenmarksimpulse enthält. Es gelang ihm durch Beobachtung der feinen Schwimmhautgefässe des Frosches zu constatiren, dass die Circulation in denselben noch nach dem Aufhören der Herzbewegung fortdauern kann. Zermalmte er Gehirn und Rückenmark, so hörte diese Circulation sofort auf, was ihm als Zeichen unmittelbarer Einwirkung auf die Gefässe galt.

Wilson Philip hielt sich von dem Fehler Legallois', locale Störungen des Kreislaufs für Zeichen vollständiger Aufhebung derselben zu halten, frei und beschränkte den Einfluss des Nervensystems auf blosse Regulation. Hiedurch wurde endlich mit der alten Tradition, dass das Herz seine Kraft aus dem Nervensystem empfange, gebrochen, andererseits die Haller'sche Lehre durch Abschleifung ihrer Extreme mit der täglichen Erfahrung in Einklang gebracht und zugleich auch auf die relative Selbstständigkeit der Gefässe gegenüber dem Herzen mit grossem Nachdruck hingewiesen, womit ein neues Forschungsgebiet, das Studium der Gefässnerven, eröffnet wurde. So barg ein Problem das andere!

In gleicher Weise wie Wilson Philip wirkten noch mehrere Physiologen. Brodie[8]) und Clift[9]) fanden, dass bei Kaltblütern Durchschneidungen oder umfangreiche Zerstörungen des Centralnervensystems vorgenommen werden können, ohne direct den Kreislauf aufzuheben. Ersterer beobachtete dies nach Durchschneidung des Rückenmarks oder Enthauptung, wenn der Blutverlust möglichst verhindert wurde. Andererseits erkannte er in seinen reichhaltigen toxikologischen Experimenten, dass die Gifte mittelbar durch das Gehirn auf das Herz einwirken. Tabakaufguss oder Woorara auf das Gehirn von Hunden applicirt, riefen Herzstillstand hervor.

Clift stellte seine Versuche an Karpfen an und kam zum Ergebnis, dass die Bewegung des Herzens die Hirn- und Rückenmarkszerstörung oder -wegnahme überdauert und zwar um so länger, mit je geringerer Verletzung der Substanz letztere vorgenommen wurde. Stiess er Karpfen einen glühenden Draht durch die ganze Wirbelsäule, so pulsirte das Herz, das vorher gewöhnlich 20mal in der Minute schlug, zuerst schneller, setzte dann einige Zeit aus, um dann den normalen Rhythmus wieder anzunehmen. Nach 2 Stunden

schlug es noch kräftig 15mal, nach 7 Stunden 9mal per Minute. Das gleiche Resultat erhielt er, wenn ausser dem Rückenmark auch das Gehirn zerstört wurde. Während die Vernichtung des Rückenmarks nach seiner Trennung vom Gehirn eine Verminderung der Herzschläge bewirkte, erhöhten Entblössung, Verletzung des Gehirns oder Aufhebung des Zusammenhangs vom Gehirn und Rückenmark anfänglich die Frequenz: „That the action of the heart is accelerated for a few beats by exposure of that organe, by exposure of the brain, injury to the brain, distinction of the spinal marrow while connected with the brain, by the connection between the brain and spinal marrow being cut off; while removing the whole brain produces no sensible effect upon the heart's action and destroying the spinal marrow after it is separated from the brain renders the action of the heart slower for a few beats“ [10]).

Aus dem Angeführten ergibt sich augenscheinlich, wie sehr sich die Schärfe und Genauigkeit allmählich verfeinerte. Legallois berücksichtigte noch lediglich den Bestand oder die Aufhebung des Kreislaufs, alle nachfolgenden Autoren studirten schon sorgsam, ob die Herzthätigkeit an Rhythmik und Frequenz modificirt werde, verfolgten die Entwicklung der Ereignisse in wohlweislicher Erkenntnis, dass die anfängliche Reizwirkung dem Gesammtresultat oft gegenüber steht, dass die Zeit einen sehr wichtigen Factor in der Beurtheilung physiologischer Phänomene ausmacht. In Wetteifer mit den englischen Autoren förderten auch einige deutsche Physiologen die Bearbeitung des strittigen Problems durch werthvolle Beiträge. Zu ihnen zählen R. Treviranus [11]), Nasse, Krimer und Weinhold.

Von besonderem Werthe waren die Arbeiten des um die Anbahnung der experimentellen Methode so verdienten

G. R. Treviranus (1776—1837). Derselbe gelangte in seinen zumeist an Fröschen angestellten Experimenten zu gleichem Ergebnis wie Wilson Philip. Er beobachtete, dass bei Fröschen das Gehirn zerstört werden kann, ohne dass das Herz zu schlagen aufhört. Wurde ein Draht durch das ganze Rückenmark hindurchgestossen, so dauerte die Herzthätigkeit noch 20 Minuten und darüber fort. Die Vernichtung des ganzen Marks hemmte den Kreislauf nicht unmittelbar, ein Stillstand folgte erst, wenn die Respiration durch Zerstörung der Medulla oblongata aufgehoben wurde.

Besonders wichtig waren die Resultate, welche Treviranus durch partielle Zerstörungen des Rückenmarks erhielt, die ihn zur Annahme führten, dass der Kreislauf nicht von demselben direct abhänge, wohl aber beeinflusst werde. Freilich, die richtige Deutung dieser Folgeerscheinungen der Stagnation in den Gefässen durch Vasomotorenlähmung lag noch ferne, wenn man auch schon klar erkannte, dass die Circulation in jenen Theilen, deren Nerven gelähmt wurden, aufhöre. So beobachtete er z. B. bei Fröschen, dass die Pulsation in den Schenkelpartien an Kraft abnahm, wenn das Rückenmark oberhalb der Schenkelnerven durchschnitten wurde. Ebenso sah er bei Kaulquappen Stagnation in den Gefässen des Schwanzes, wenn er das hintere Ende des Rückenmarks verletzte. Zur Erzielung solcher Wirkungen sei die partielle Zerstörung des Rückenmarks nicht erforderlich, es genüge die Durchtrennung der Rückenmarksnerven, welche in gleicher Weise eine Abnahme des Blutkreislaufs an Stärke und Schnelligkeit nach sich ziehe; doch sah Treviranus in manchen Fällen nach Rückenmarksläsion die Blutbewegung zwar in den grösseren Gefässen stagniren, in den Capillaren jedoch noch ziemlich lange fortdauern.

So wurde Schritt für Schritt die Entdeckung der Vasomotoren vorbereitet, namentlich da man auf das Sinken

des Blutdrucks in Folge der Vernichtung des Marks schon aufmerksam wurde. In exacter Weise stellte darüber Chr. Fr. Nasse[12]) Untersuchungen an. Er ging hiebei derart vor, dass er zuerst im normalen Zustande die Höhe der Blutsäule mass, welche aus einer zerschnittenen Arterie hervorströmte. Sodann wurde das Rückenmark gänzlich oder zum grössten Theile vernichtet und nach der Operation neuerdings die Höhe des Blutstroms gemessen. Es zeigte sich je nach der Grösse der Verletzung eine geringere oder bedeutendere Abnahme der Höhe. Dieses schöne Resultat verleitete Nasse nicht zum Schlusse — und hier zeigt sich der grosse wissenschaftliche Fortschritt — dass das Herz vom Rückenmark direct abhänge, vielmehr gab er lediglich eine indirecte Beeinflussung zu. Einzelne gute Beobachtungen über die Restitution des Kreislaufs machte auch der Bonner Physiologe Krimer[13]), indem er die anfängliche Stockung und spätere Erneuerung der Circulation in den Gefässen der Froschschwimmhaut unter dem Mikroskope studirte. Schlug er einen Frosch mit dem Scalpellheft auf den Kopf bis zur Betäubung und Respirationshemmung, so sistirte die Circulation sogleich in den Gefässen; erst nach einer Minute fingen die Blutkörperchen an in den grösseren Gefässstämmchen hin und her zu schwanken, nach 2 Minuten, während das Thier weit langsamer als zuvor Athem zu holen begann, wiederholte sich dieses Spiel in den kleineren Gefässen. Nach 5 Minuten verlangsamte sich der Kreislauf, um nach 9 Minuten aufzuhören. Weder Reizung durch Stiche, noch Zerstörung des Rückenmarks brachte in den Gefässen Bewegung hervor, obgleich das Herz noch fortschlug. Krimer beobachtete auch die Fortleitung der Hirnerschütterung auf das Capillarsystem und fand, dass vor dem Aufhören aller wirklichen Bewegung der Kreislauf so rapid wird, dass das Auge den Blutkügelchen kaum zu folgen vermochte. Die Wirkung der nervösen Einflüsse auf die Gefässlumina er-

kannte Krimer durch folgendes Experiment. Betupfte er die Schwimmhaut eines Frosches mit einer Salzauflösung, so trat Röthung auf. Nachdem das Rückenmark durchschnitten wurde, verschwand nicht allein die Röthe an diesem Schenkel, sondern entstand auch nicht mehr beim wiederholten Betupfen an einer neuen Stelle der Schwimmhaut. Zu jenen, welche durch Experimente den Zusammenhang des Herzens mit dem Centralnervensystem zu ergründen trachteten, zählen noch Mayer[14]), Emmert[15]), Wedemayer[16]) und Weinhold[17]). Mayer sah bei Säugethieren noch eine Viertelstunde nach der Rückenmarkszerstörung Herzthätigkeit. Emmert bemerkte nach Durchschneidung der Oblongata Verminderung der Herzschläge. Wedemayer kam zum Schlusse, dass weder Reizung noch Entfernung oder Zermalmung des Rückenmarks die Herzschläge bedeutend vermindert. Wohl aber bewirkte bisweilen Reizung des Marks mittelst einer Sonde oder mittelst Application von Weingeist Unregelmässigkeit des Herzschlages. Als er einer enthaupteten Natter einen galvanischen Schlag durch das Rückenmark leitete, setzte die Herzthätigkeit aus, kehrte aber nach einiger Zeit, wenn auch unregelmässig, wieder. Auch Weinhold beobachtete, dass der Kreislauf noch lange nach Zerstörung des Rückenmarks bestehen könne, dass aber andererseits die Herzaction vom Centralnervensystem regulatorisch beeinflusst werde. Liess er Reize einwirken, so traten Alterationen der Pulsfrequenz auf. Ein Zeugnis für die Phantastik seines Denkens und Beobachtens liefern mehrere seiner Experimente, die zu den schon oben mitgetheilten mehr oder minder gelungene Pendants bilden und allerdings bei einem Naturforscher, der sich offen als Anhänger Swedenborg's bekannte, kaum Wunder nehmen dürfte. Brachte er z. B. das Kleinhirn eines Frosches in den Focus eines Brennglases, so wollte er bemerkt haben, dass sich die Pulsation des Herzens hob. Zerschnitt er einen Frosch hinten und vorn, dass nur

der Rumpf mit allen Eingeweiden übrig blieb und setzte er nun die Schnittenden des Rückenmarks mit den Polen eines Hufeisenmagnets in Verbindung, so wurden angeblich die Schläge des Herzens vermehrt, noch intensiver, wenn der ganze Versuch unter der Luftpumpe angestellt wurde. Zog er einen *T*-förmigen Eisendraht, dessen Querschnitt dem Wirbelcanal entsprach, durch das Rückenmark eines Frosches und näherte er den Querarmen des Drahtes die beiden Pole eines Hufeisenmagnetes, so erfolgten Zuckungen der Extremitäten und Verstärkung der Herzschläge. Nach 4maliger Wiederholung trat kein Erfolg mehr auf. Als er den Magnet mit den Querarmen des Eisendrahts in Connex liess, bestand trotz gänzlicher Zermalmung des Rückenmarks bei grösster Luftverdünnung der Kreislauf noch 28 Stunden fort. Das Gelingen solcher merkwürdiger Versuche erklärte Weinhold durch die Hypothese, dass das Centralnervensystem ähnlich wie eine magnetische oder elektrische Vorrichtung wirke. Dies sollte u. A. folgender Versuch zeigen. Der Wirbelcanal einer achttägigen Katze, deren Rückenmark durch einen Eisendraht herausgetrieben worden war, wurde, nachdem das Herz schon zu schlagen aufgehört hatte, mit Eisenfeilstaub gefüllt. Sodann steckte Weinhold in den Wirbelcanal einen krummgebogenen Eisendraht und leitete diesen an die beiden Enden eines Magnets, der 4 Pfund anzuziehen vermochte und auf einer isolirten Glastafel aufgestellt war. Nach 5 Minuten erfolgte Pulsation und wurde noch 40 Minuten beobachtet.

In gewisser Hinsicht prophetisch vorausahnend sprach Weinhold die Ansicht aus, dass dem Kreislauf nicht allein vom Herzen, sondern noch von einer vom Herzen unabhängigen, mit dem Nervensystem, besonders dem Rückenmark in Beziehung stehenden Kraft ein treibendes Moment ertheilt wird, das jedoch zur Unterhaltung der Circulation nicht genüge. Weinhold gelangte zu dieser Annahme durch die Beobachtung,

dass in der Schwimmhaut des Frosches nach Unterbindung der grossen Gefässstämme noch eine Zeit lang Circulation beobachtet wird.

Dadurch wurde wieder auf nervöse Beeinflussung der Gefässe (Vasomotoren, Vasodilatatoren) hingewiesen, und so entwickelte sich allmählich aus dem alten ein neues, feiner präcisirtes Problem, dessen Lösung die eine Hälfte der Frage, ob das Herz vom Nervensystem abhänge, beantwortete. Wie sehr sich die Forschung detaillirte, geht zum Mindesten auch daraus hervor, dass man zu entscheiden versuchte, ob auch die Farbenveränderung des Blutes vom Rückenmark abhängig sei oder nicht. Es hing dies damit zusammen, dass sich gegen die Theorie von der Wärmebildung durch die Oxydationsprocesse in den Lungen eine gegensätzliche Richtung geltend machte, welche das Nervensystem zum Leiter der wärmebildenden und chemischen Processe machen wollte. Brodie leugnete, dass nervöse Einflüsse die Farbenveränderung des Blutes veranlassen. Weinhold hingegen wollte gefunden haben, dass ein vom Marke des Nervensystems ausgehender elektrisch-chemischer Process hauptsächlich die Färbung und Oxydationsspannung des Blutes begründe. Er untersuchte das Verhalten des Kreislaufes bei Fröschen unter der Luftpumpe und bemerkte, dass das anfangs hochrothe Blut später dunkelviolett wurde, nach Wegnahme des Rückenmarks hingegen sah er noch über eine halbe Stunde den Kreislauf ohne Veränderung der Blutfarbe.

Einen vorläufigen Abschluss fanden die Untersuchungen durch Flourens. Dieser beschränkte sich darauf, festzustellen, dass der Kreislauf nicht unmittelbar vom Rückenmark abhänge, dass dieses aber denselben doch in gewissem Sinne influenziere. In Folge von Rückenmarkszermalmungen zeigte sich der Kreislauf in den darunter liegenden Theilen schwächer oder stagnirend. Andererseits erlosch auch nach gänzlicher

Markzerstörung die Herzthätigkeit nicht sofort, sondern währte, wie die Pulsation der Carotiden zeigte, bei Einleitung künstlicher Athmung noch länger fort. So z. B. bei Kaninchen, Meerschweinchen über 1 Stunde, bei Enten und Hühnern über 1½ Stunden. Bei 8 Tage alten Hunden blieb die Circulation ohne künstliche Athmung fast 1 Stunde, bei neugeborenen Katzen und Hunden über 1½ Stunden erhalten.

---

[1]) Erst Brachet (Mémoires sur les fonctions du système nerveux ganglionaire à Paris, 1823) fand, dass die Bewegungen des Herzens augenblicklich aufhören, sobald man die Nerven durchschneidet, die vom Gangliensystem dahin gehen.

[2]) Bichat (Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Paris an VIII [1800]. Deux parties) fand Vagusdurchschneidung, Vagusreizung, mechanische Erschütterung des Gehirns etc. ohne nachfolgende Alteration der Herzthätigkeit. Ein Argument für die Annahme der Unabhängigkeit der Herzbewegung vom Gehirn erblickte er u. A. auch in der Thatsache, dass der Puls bei Bewusstlosigkeit fortdauert. Bis Legallois suchte man das bewegende Moment der Herzaction im Gehirn.

[3]) Zimmmermann aber meinte, dass das Herz durch die Zerstörung des Centralnervensystems viel an Kraft verliere.

[4]) Phil. trans. 1795.

[5]) Experiences sur le principe de la vie. Paris 1812.

[6]) Legallois fand den Ausgang seiner Experimente vom Alter der Versuchsthiere abhängig. So überlebten Kaninchen, die weniger als zehn Tage alt waren, die Zerstörung des Lendenmarks kurze Zeit, auch Zerstörung des Brustmarks war nicht immer augenblicklich tödtlich. Nur bei mehr als zwanzig Tage alten Kaninchen folgte der Tod unmittelbar auf Zerstörung jedes der drei Hauptabschnitte des Rückenmarks (Halsmark, Brustmark, Lendenmark).

[7]) An experimental inquiry into the laws of the vital functions. London 1818.

[8]) Phil. trans. 1811. „The influence of the brain is not directly necessary to the action of the heart.“ „When the brain is injured of removed, the action of the heart ceases, only because respiration is under its influence and if under these circumstances respiration is artificially produced, the circulation will still continue.“

[9]) Phil. trans. 1815.

[10]) Weitere Widerlegungen der Willisianischen Anschauung von der

Abhängigkeit der Herzthätigkeit vom Gehirn lieferten die Versuchsergebnisse Spallanzani's (De' fenomeni della circolazione etc. Modena 1777), Saviole's, Orfila's (Traité des poisons etc. Paris 1814) u. A.

[11]) Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. Göttingen 1802—1822. IV. u. V. Bd.

[12]) Ueber das Verhältnis der Thätigkeit des Herzens zum Einfluss des Rückenmarks (Horn's Archiv 1817).

[13]) Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1820.

[14]) Salzburger Med. Ztg. 1815.

[15]) Meckel's Arch. 1.

[16]) Physiologische Untersuchungen über das Nervensystem und die Respiration. Hannover 1817.

[17]) Ueber das Leben und seine Grundkräfte. Magdeburg 1817.

III.

Versuche über die Abhängigkeit der Verdauung, Harnsecretion und Wärmebildung vom Centralnervensystem.

Wir sahen, wie sich aus den Vagusexperimenten zuerst die Vorstellung, später der experimentelle Nachweis der Beziehungen entwickelte, welche zwischen Kreislauf und Rückenmark, zwischen Athmung und Medulla bestehen; noch harrte aber die Frage, ob und wieferne die Peristaltik des Magens und Darms, die Verdauung nervösen Einflüssen des Gehirns und Rückenmarks gehorchen, eingehender Behandlung, ein Thema[1]), das zwar in den Willisianischen Speculationen über den Wirkungskreis des Kleinhirns schon implicite enthalten war, aber über den grösseren Aufgaben fast bis in den Beginn des 19. Jahrhunderts arg vernachlässigt wurde. Die Ursache dieser Vernachlässigung lag darin, dass nur von einer kleinen Minderzahl der Forscher auf die nach Vagusdurchtrennung folgenden Störungen von Seite des Darmtracts aufmerksam gemacht wurde. Zu diesen Wenigen gehörten Willis, Baglivi, Haller, Brunn, später Legallois, Macdonald, Dupuy, Breschel, Milne, Edward, Vavasseur u. A., welche behaupteten, dass nach der Operation die Verdauung im hohen Grade gefährdet werde, ferner Arnemann, Cruikshank, Blainville, welche bemerkten, dass überlebende Versuchsthiere nach längerer Zeit unter schweren Inanitionserscheinungen zu Grunde gehen. Dupuy beobachtete, dass

unter Umständen nach Vagusdurchtrennung in den Magen gebrachte Gifte wirkungslos blieben. Andere wieder sahen als Folge der Durchschneidung oder der Reizung Würgen und Erbrechen eintreten (Petit, Arnemann, Cruikshank, Broughton), oder fanden den Magen ausgedehnt und schlaff (Legallois, Dupuy), die Secretion des Magensaftes vermindert (Brodie, Dupuy) oder Durchfall (Arnemann). Derartige Beobachtungen legten den Gedanken nahe, dass vom Centralnervensystem regulatorische Einflüsse ausgehen, die sich auf Motilität und Secretionsthätigkeit des Intestinaltracts erstrecken. Den experimentellen Nachweis der Richtigkeit dieses Gedankens versuchte in systematischer Weise erst Wilson Philip, nachdem nur spärliche Vorarbeiten vorausgegangen waren.

In der Haller'schen Epoche wollte Schwarz[2]) gefunden haben, dass Verwundung des Gehirns bisweilen antiperistaltische Bewegung des Magens, convulsivische Bewegung der Därme hervorrufe. Bruning[3]) beschrieb unter anderen Symptomen der Rückenmarksreizung auch Erbrechen, Singultus. Aus dem Anfange des 19. Jahrhunderts rührten Versuche von Tiedemann und Gmelin[4]) her, welche lehrten, dass Reizungen des Oesophagusgeflechtes Contraction des Magens erzeugten. Seitdem Everard Home (Ph. Tr. 1809) den Einfluss des Nervensystems auf die Secretion wahrscheinlich gemacht hatte, stellte Brodie[5]) (1814) Untersuchungen über die Wirkung des Vagus auf die Magensecretion an. Während er sonst bei Thieren, die mit Arsenik vergiftet wurden, starke schleimige und wässerige Secretion im Magen beobachtete, wollte er in Fällen, wo die Vagi durchtrennt waren, wohl Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut, aber keine stärkere Secretion gesehen haben.

Wilson Philip[6]) ging von den Vagusdurchschneidungen aus, deren Wirkungen er durch galvanische Verbindungen

beider Enden paralysiren zu können glaubte, und verglich damit die Resultate, welche er nach Zerstörung einzelner Theile des Rückenmarks erhielt. Was zunächst die nervöse Regulation der Peristaltik betrifft, so wusste er, dass die Beobachtung nicht zu so sicheren Schlüssen führen könnte, wie z. B. bei der Herzaction, weil die Darmbewegung beim Oeffnen der Bauchhöhle schon durch die Luft Reize empfängt. Dennoch fand er, mit Berücksichtigung dieser Thatsache, dass die Peristaltik, wenn Weingeist aufs Gehirn oder Rückenmark applicirt wurde, stärker und lebhafter erschien. Andererseits aber entging es ihm nicht, dass die Magen- und Darmbewegungen ziemliche Unabhängigkeit vom Nervensystem besitzen, insofern sie auch bei schweren Verletzungen desselben fortdauern. Zerstörte er z. B. einem durch Schläge aufs Hinterhaupt betäubten Kaninchen das Rückenmark mittelst eines in den Wirbelcanal gestossenen Drahtes, oder nahm er das Mark gänzlich weg, so zeigte sich die Peristaltik ebenso stark wie bei unverletztem Nervensystem, wovon er sich durch Blosslegung der Baucheingeweide anderer Versuchsthiere überzeugte.

Eine grosse Zahl von Experimenten Wilson Philip's hatte den Zweck, die Veränderungen der Verdauungsthätigkeit nach Rückenmarksläsionen zu prüfen. Er gab Kaninchen Petersilie zu fressen, operirte sie dann und untersuchte bei den überlebenden Thieren, welchen er nichts weiter zu fressen gab, den Mageninhalt. Wurde die untere Rückenmarkshälfte zerstört, so fand sich die Petersilie nach 10—12 Stunden in unverdautem Zustande vor. Dasselbe beobachtete er nach Vernichtung des Marks vom ersten Brust- bis vierten Lendenwirbel. Viel geringer sollte die Verdauungsstörung sein, wenn das Lendenmark allein betroffen war. Wurde das Rückenmark nicht zerstört, sondern nur durchtrennt, z. B. in der Mitte des Brustmarks, so zeigte sich, wie

der Vergleich mit unverletzten Thieren lehrte, die Petersilie ebensogut verdaut, wie im Normalzustande. Nun galt es noch, zu entscheiden, ob die beobachteten Verdauungsstörungen nicht dem Rückenmark, sondern vielmehr den aufgehobenen Gehirnimpulsen zugeschrieben werden müssten. Behufs Lösung dieser Streitfrage durchschnitt er zwei Kaninchen das Mark an der gleichen Stelle. Bei einem von beiden vernichtete er aber ausserdem noch den hinter der Schnittebene liegenden Theil. Im Magen des ersten, welches 27 Stunden lebte, war die Nahrung beinahe regelmässig verdaut, beim zweiten jedoch, welches die theilweise Rückenmarkszerstörung 24 Stunden überlebte, fand sich die Nahrung unverändert vor. Diese so divergirenden Ergebnisse zeigten, dass dem Rückenmark die eingetretene Wirkung zuzuschreiben sei, denn wäre sie durch den verhinderten Einfluss des Gehirns hervorgerufen, so hätte in beiden Fällen dasselbe Resultat eintreten müssen. Wilson Philip's Versuche inaugurirten ein Forschungsproject, das wieder von der modernen Physiologie vertieft wurde, ohne aber zu unantastbaren Lehrsätzen zu führen. Hier sei noch erwähnt, dass Krimer [7]) auch den Einfluss der Bauchmusculatur auf die Defäcation nachzuweisen suchte, indem er bei seinen Versuchsthieren zwischen 5. und 6. Brustwirbel das Mark durchschnitt, wodurch eine Lähmung dieser Muskeln und consecutive Störung der Entleerung erfolgte.

In diesem Zeitraum wurden auch die ersten grundlegenden Versuche über den Zusammenhang des Centralnervensystems mit der Harnabsonderung angestellt. An sich richtige Thatsachen eröffneten einen Einblick in das noch dunkle Gebiet, wenn man sich auch über die wahrhaften Ursachen vermehrter oder verminderter Harnsecretion schon deshalb keine Vorstellung zu machen wusste, weil die Existenz von Vasomotoren und vasomotorischen Centren noch unbekannt war.

Brodie fand, dass bei enthaupteten Thieren trotz Fortdauer des Kreislaufs und Einleitung künstlicher Respiration die Harnsecretion sogleich (Ph. Tr. 1811) sistirt werde. Verletzung des Marks veranlasste Störungen derselben. Im Gegensatz hiezu meinte Gamage[8]), dass die Urinabsonderung vom Centralnervensystem unabhängig ist, allerdings blieb in seinen Experimenten die Medulla oblongata intact. Den bedeutsamsten Fortschritt bahnten die Untersuchungen Krimer's[9]) an, welcher sich mit ganz besonderem Eifer der Frage widmete und einige auch durch die spätere Forschung bestätigte Thatsachen feststellte.

Aus seinen zahlreichen, an Hunden angestellten Versuchen ergab sich Folgendes: Wegnahme des Gross- und des Kleinhirns hemmt die Absonderung des Harnes nicht, sondern ändert nur in geringem Grade seine Beschaffenheit, hingegen veranlasst Zerstörung des verlängerten Marks und des Halsmarks sofort Aufhebung der Secretion, wenn auch mit der künstlichen Athmung fortgesetzt wird. Diese letzteren Resultate waren ganz richtig und erklären sich aus der allgemeinen Vasomotorenlähmung. Einem grossen einjährigen Kaninchen öffnete Krimer die Bauchhöhle, entleerte die Harnblase, schloss sodann wieder die Bauchwunde und spritzte 3 Unzen Wasser durch den Mund in den Magen. Nachdem hierauf das Halsmark zwischen erstem und zweitem Halswirbel durchschnitten und künstliche Athmung (40mal per Minute) eingeleitet worden war, belief sich die Pulsfrequenz anfangs auf 90—100 Schläge. Die Wärme des Thieres sank von 290 auf 190, weshalb man, um der Abkühlung zuvorzukommen, erwärmte Tücher anwendete. Nach einer Stunde wurde die Herzthätigkeit schwach und unordentlich. Als dann der Unterleib wieder geöffnet wurde, fand sich Harnblase und Harnleiter leer. Dasselbe zeigte sich bei einem Hunde.

Von einem anderen Experiment berichtet er Folgendes:

„Einem grossen Kaninchen trennte ich die Kopfbedeckungen durch einen Längsschnitt von den Augen bis in das Hinterhaupt bloss, trepanirte dann ein Stück des Kopfknochens vorsichtig heraus, unterband beide Carotiden und Wirbelschlagadern am Halse und entleerte die Harnblase von allem Harn. Nun schnitt ich die obere Hälfte der beiden Hemisphären des grossen Gehirns hinweg, brachte dem Thiere 2 Unzen lauwarmen Wassers in den Magen und schloss die Kopfbedeckungen über der gemachten Schädelöffnung. Das Athemholen und die Herzschläge dauerten gleichmässig fort, indessen war die Wärme im Mastdarm des Thieres bis auf + 92 1/2 ° F. herabgesunken, nachdem sie vor dem Versuche + 96 ° F. betrug. Nach 15 Minuten wurde die Harnblase untersucht und etwa 1/2 Drachme Harn aus ihr gedrückt. Jetzt wurde der noch übrige Theil des grossen und kleinen Gehirns hinweggenommen, so dass von dem verlängerten Mark oberhalb des Hinterhauptloches nur noch ein 4 Linien langes Ende übrig blieb (wonach das Athemholen nicht gestört zu sein schien), und nach einer Viertelstunde wurden wieder etwa 15 Tropfen aus der Blase genommen. Ich war aber nach dieser Zeit kaum mit der Spitze eines Scalpells einige Linien in das Hirnmark eingedrungen, als augenblicklich mit einem Seufzer das Athemholen aufhörte. Es wurde sogleich ein künstliches Athemgeben veranstaltet, und als dieses 24 Minuten lang fortgesetzt worden war, wurde die Harnblase untersucht, aber leer gefunden.“

Ein ganz entgegengesetztes Resultat (nämlich wegen localisirter Vasomotorenlähmung und consecutiver Blutdrucksteigerung in den Nierengefässen) beobachtete Krimer in den Fällen, wo er das Rückenmark in der unteren Brust- oder Lendengegend durchschnitt. In diesen Fällen wurde der Harn reichlich, wasserhell abgesondert und enthielt viel Salze und Säuren, aber wenig Extractivstoffe. Dasselbe zeigte sich

nach der Vernichtung des ganzen Rückenmarks von dem letzten Halswirbel abwärts, während Zerstörungen des Halsmarks Athmung und Nierensecretion aufhoben. Krimer prüfte auch das Verhalten des Harns nach Durchschneidung der Nierennerven, des Vagus, des Sympathicus und fand Aenderungen in seiner Beschaffenheit. Nach Durchschneidung der Nierennerven enthielt der Harn bisweilen Eiweiss und vermehrten Farbstoffgehalt nebst Blut. Wurde der Vagus durchschnitten, so gingen manche Stoffe, wie Rheum oder blausaures Kali etc., in den Harn nicht über. Aus diesen für seine Zeit sorgfältig vorgenommenen Untersuchungen schloss Krimer, dass die centrale Leitstelle der Nierensecretion in der Medulla oblongata und dem oberen Theile des Rückenmarks gelegen sei. Die übrigen Abschnitte des Nervensystems wirken nur indirect, sofern sie mit der Leitstelle in Verbindung stehen.

Die Toxikologie, welche seit Langem das Interesse vieler Forscher beherrschte und namentlich durch Fontana, auf dessen hieher gehörende Arbeiten wir bereits oben verwiesen haben, wesentlich gefördert worden war, trat mit der Nervenphysiologie in diesem Zeitraum in innigere Beziehung, weil sich allmählich die Meinung herausgebildet und festgesetzt hatte, dass die Gifte in erster Linie auf das Nervensystem einwirken; die Meisten glaubten, dass die Intoxicationen stets auf gleiche Art zu Stande kommen, sei es durch locale Affection, durch Corrosion[10]), sei es durch Aufnahme in den Kreislauf und consecutive Einwirkung auf das Nervensystem, oder aber durch directe Affection des letzteren. Am Anfang unseres Jahrhunderts zählte die Anschauung, dass die Gifte nur dann ihre Kräfte entfalten, wenn sie in den Kreislauf aufgenommen werden und auf das nervöse Centrum zu wirken vermögen, die meisten Anhänger, nachdem insbesondere Brodie[11]), Nystén[12]) und Wilson

Philip[13]) sich nach zahlreichen Experimenten in diesem Sinne ausgesprochen hatten. Brodie experimentirte mit Pflanzengiften, Bittermandelöl, Nicotin, Aconit, ferner Alkohol, Woorara, Arsenik u. A. bei Katzen, Kaninchen etc. und meinte, dass die tödtliche Wirkung durch Affection des Hirns, direct durch schliessliche Hemmung der Respiration bewirkt sein sollte. Würden die Gifte auf wunde Stellen applicirt, so mussten sie erst in die Blutbahn aufgenommen werden, um ihre Folgeerscheinungen hervorzurufen; brächte man sie hingegen auf die Nervenorgane selbst, so bedürfe es anscheinend nicht der vermittelnden Blutcirculation. Wie schon erwähnt, fand Brodie Arsenik, Dupuy Nux vomica nach Vagusdurchtrennung wirkungslos werden. Nystén liess Tabak, Opium, Weingeist, Blausäure und Curare durch Vernichtung der Hirnfunctionen den Tod bedingen und bemerkte, dass die Opiumwirkung rascher zu Tage tritt, wenn das Gift in die Carotis statt in eine andere Arterie injicirt wird.

Durch Versuche an enthaupteten Thieren wurde man darauf aufmerksam, dass das Rückenmark insbesondere durch Muskelgifte in höchstem Masse betroffen wird. Namentlich war es Emmert[14]), welcher die Giftwirkung fast ausschliesslich von der Affection des Rückenmarks abhängig machte. So fand er, dass bei Thieren, die mit Opium, giftiger Angostura etc. vergiftet wurden, diejenigen Theile von Krampf und Erstarrung freiblieben, welche nicht mehr unter dem Einfluss des Rückenmarks stehen. Wurde ein Theil des Marks zerstört, so blieben die von demselben innervirten Abschnitte frei von den Giftwirkungen, oder es hörten die schon bemerkten Symptome wieder auf, Vernichtung des ganzen Marks beseitigte die Erstarrungszustände. Wenn Emmert nach der Durchtrennung des Lendenmarks bei Säugethieren ein Decoct von Angostura auf eine Wunde der hinteren Extremitäten applicirte, so erstarrten diese später als die vor-

deren. Isolirte er bei Fröschen einen Schenkel vom Rückenmark, so blieb dieser, wenn schon im ganzen Körper die Giftwirkung des Opiums sich geltend machte, frei. Durchschneidung der Medulla verursachte ein späteres Eintreten, einen geringeren Grad der Giftwirkung. Zum Beweise seiner Annahme, dass vorzugsweise das Rückenmark durch die Intoxicationen betroffen wird, führte Emmert Fälle an, wo in Folge der Abtrennung des Gehirns vom Rückenmarke wohl Zuckungen im ganzen Körper, aber nicht in der Gesichtsmusculatur auftraten, mit Ausnahme der Ohren, die ihre Nerven vom Marke empfangen. Eine Fortführung wurde derartigen, ziemlich einseitigen Untersuchungen durch Magendie und Delilles[15]) zu Theil. Doch emancipirten sich bereits Einige, wie Burdach, von der beschränkten Meinung, dass Alles, was Gift ist, in gleicher Art wirke, d. h. dieselben Organe primär angreife.

Versuche über die thierische Wärme.

Seit der Entdeckung der Sauerstoffs war das Verständnis der Respirationsvorgänge wesentlich vertieft worden, und bald erkannte man im Anschluss an chemisch-physikalische Vorgänge, dass die Athmung eine grosse Bedeutung für die Production der thierischen Wärme besitzt. Ein Theil der Forscher führte rückhaltlos den Ursprung der Wärme, welche vordem als „Calor innatus“ vornehmlich von der Herzthätigkeit[16]), später von der Reibung in den Gefässen oder von chemischen Processen (Gährungen im Blute) oder vom Nervensystem, das man sich elektrisch wirkend dachte (Kühn, Planer), abgeleitet worden war, auf den Athmungsprocess zurück, nachdem von Lavoisier die Verbrennung des Kohlenstoffs in den Lungen als Wärmequelle aufgefasst worden war.

Im Gegensatz hiezu vertraten Andere die Ansicht, dass nur im Nervensystem die Ursache der Wärmebildung[17]) liege, und dass dem Athmungsprocesse nur eine untergeordnete oder gar keine Bedeutung zukomme.

Wie auf allen Gebieten des physiologischen Wissens, standen auch hier masslose Uebertreibungen nach beiden Richtungen einander gegenüber, für nicht unbeträchtliche Zeitspannen scheinbar durch unwiderlegliche Versuchsergebnisse gestützt. Und wie immer, vermochte erst die Entdeckung technischer Fehler den Irrthum aufzudecken, bis endlich der Fortschritt der Methode, das Gute aus beiden Lehren heranziehend, die von vornherein unvereinbaren Widersprüche in einer neuen vermittelnden Wahrheit zu ihrem Rechte kommen liess.

Die Reihe derjenigen, welche den Respirationsvorgängen die Hauptbedeutung für die Wärmebildung zu bestreiten suchten, eröffnete der vielverdiente englische Arzt Brodie[18]). Zwei Wege waren es, die er einschlug, um die Stichhaltigkeit der „pneumatischen" Theorie, welche insbesondere Crawford vertrat, in Zweifel zu ziehen. Zuerst untersuchte er den Einfluss der künstlichen Athmung bei enthaupteten Thieren, indem er deren Temperatur bestimmte, sodann beobachtete er, wie sich die Wärme von Thieren verhalte, welche durch Application von Giften auf die Hirnoberfläche ihrer „Sensibilität" beraubt wurden.

Die erste Art von Versuchen lehrte, dass bei enthaupteten Thieren trotz fortbestehenden Kreislaufs, trotz fortgesetzter künstlicher Athmung eine stete Wärmeabnahme erfolge, ja noch mehr, dass diese Wärmeabnahme sogar rascher eintrete und fortschreite als bei Thieren, bei denen keine künstliche Respiration eingeleitet wurde. „When the influence of the brain is cut off, . . . no heat is generated, notwithstanding the functions of respiration and the circulation of the blood con-

tinue to be performed, and the usual changes in the appearance of the blood are produced in the lungs . . . When the air respired is colder than the natural temperature of the animal, the effect of respiration is not to generate, but to diminish animal heat"[19]).

Da der Einwand gemacht wurde, dass solche Resultate nur deshalb zu Tage treten, weil die durch das Einströmen kälterer Luft erzeugte Kälte die chemische Wirkung der Respiration paralysire, so veränderte Brodie die Versuchsbedingungen, indem er das Herz unterband. In diesem Falle sollte die Temperaturabnahme in Folge Wegfalls der chemischen Vorgänge im Blute noch bedeutender sein, noch rascher fortschreiten, was aber nicht eintrat. Die Temperatur sank sogar langsamer, als wenn bei künstlicher Respiration der Kreislauf fortdauerte. — Der zweite Weg, den Brodie einschlug, um dem Gehirn den Hauptantheil an der Wärmeproduction zu vindiciren, bestand darin, dass er Bittermandelöl oder Woorara-gift auf die Hirnoberfläche brachte, um zu beobachten, ob mit der Aufhebung der Sensibilität auch die Temperatur abnehme. Dass gerade diese Experimente nicht beweisend waren, wegen directer Einwirkung der Gifte auf die Athmung, entging ihm völlig. Vielmehr glaubte er gefunden zu haben, dass die Wärme sich in demselben Grade vermindere, wie die Sensibilität, trotz eingeleiteter künstlicher Respiration, trotzdem angeblich dieselbe Menge von Kohlensäure, wie im normalen Zustande ausgeschieden wurde, woraus hervorgehe, dass die Wärme nicht vom Chemismus, sondern lediglich von nervösen Einflüssen herrühre. Brodie's Lehre fand bald Gegnerschaft, die sich vorerst damit begnügte, die Schwächen und die Mangelhaftigkeit seiner Versuche nachzuweisen. So fand Hales[20]), der die Wärmebildung von der Athmung abhängig machte, dass die Versuchsthiere, bei denen künstliche Athmung eingeleitet worden war, länger ihre Wärme beibehielten; ebenso

beobachtete Gamage[21]) durch sorgsamere Vergleichung je zweier Thiere, dass jenes, welches ohne künstliche Respiration gelassen wurde, rascher seine Wärme verlor. Eine Aufklärung dieses Widerspruchs gaben die Forschungen Legallois' und Wilson's. Ersterer[22]) wusste nachzuweisen, dass der Chemismus der Athmung sich durchaus nicht immer gleich verhalte, vielmehr bei jeder Abweichung von der Norm weniger Sauerstoff in Anspruch nehme. Eine solche Abnormität sei die künstliche Athmung an und für sich, denn, auch bei unverletzten Thieren in Anwendung gebracht, setzte sie die Temperatur herab. Andererseits sah Legallois bei todten Thieren in Folge eingeleiteter künstlicher Athmung Zunahme der Wärme um 1° bis 3°.

Wilson Philip[23]) glaubte den Schlüssel zum Verständnis so entgegensprechender Befunde in der verschiedenartigen Vornahme des Experiments zu finden. Ein Thier, dem z. B. 30mal in der Minute Luft eingeblasen wurde, verlor rascher seine Wärme, als wenn gar keine Luft eingeblasen wurde. Wird hingegen mit Regelmässigkeit 12mal per Minute respirirt, so sinkt die Temperatur langsamer als bei Thieren, die ohne künstliche Athmung gelassen wurden; ja manchmal wurde sogar eine Temperaturzunahme erzielt. Der Mitarbeiter Wilson's, Hasting, sah den gleichen Erfolg nach 15maligen regulären Lufteinblasungen. Wilson Philip verglich die Wärmeentwicklung mit der Secretion und glaubte dementsprechend, dass dieselbe ähnlich zu Stande komme, nämlich durch Einwirkung des Nerveneinflusses auf das Blut. In der That ergab sich in seinen Versuchen nach Zerstörung eines beträchtlichen Rückenmarksabschnittes Abnahme der Temperatur[24]). Von deutschen Forschern waren es namentlich Emmert, Weinhold und Krimer, welche die Abhängigkeit der Wärmebildung von nervösen Einflüssen zu untersuchen bestrebt waren.

Emmert[25]) bestritt Brodie's Ansichten und ging sogar so weit, zu behaupten, dass die Körperwärme vom Gehirn gänzlich unabhängig sei. Dahin führte ihn u. A. folgendes Experiment. Er goss einem Kaninchen, das nach der Durchtrennung des verlängerten Marks künstlich respirirt wurde, in eine Wunde zwischen Haut und Muskeln, sowie in den Mastdarm ein Decoct von Angustora. Der Kreislauf dauerte fort, bis das Rückenmark gänzlich zerstört worden war, worauf der Herzschlag schwach, kaum merklich wurde. Die Temperatur im After sank innerhalb 75 Minuten um 3° R. Dieses geringfügige Resultat schien Emmert durchaus nicht zu Gunsten der Brodie'schen Annahme, sondern eher gegen dieselbe zu sprechen, um so mehr, wenn man in Erwägung ziehe, dass auf die Wärmeabnahme die verminderte Stärke und Schnelligkeit des Kreislaufs, die unvollständige künstliche Athmung, welche um die Hälfte seltener als die natürliche ausgeführt wurde, sowie die niedrige Zimmertemperatur (12°) hinwirken musste.

Weniger widersprechend fielen Weinhold's[26]) Experimente aus. Dieser ging in der Weise vor, dass er ein Thermometer in die Weichengegend seiner Versuchsthiere (Hunde) einführte und die Temperatur nach Durchschneidung oder Zerstörung gewisser Hirn- oder Rückenmarkstheile untersuchte. Nach Entfernung einer Hälfte des Grosshirns sank die Temperatur z. B. bei einem Hunde, der vor der Operation 27° R. hatte, auf 25°; nach Entfernung der zweiten Hemisphäre auf 19¼° R. Noch rascher nahm die Wärme nach Läsion oder Zerstörung des Kleinhirns ab, weshalb er letzteres sogar für den Sitz der Wärmeerzeugung erklärte[27]). Wurde das Rückenmark vernichtet, so erfolgte eine sehr rasche Temperaturabnahme, Lunge, Leber, Milz und Magen kühlten viel rascher ab als gewöhnlich, die Wärme sank innerhalb 50 Minuten von 27° 16′′ 5′′′ auf 16° R. (Zimmertemperatur 15°).

Auch Krimer[28]) musste auf Grund seiner reichhaltigen Experimente dem Nervensystem den grössten Einfluss auf die Wärmeproduction zugestehen, ohne aber, wie es Brodie gethan hatte, nur dem Gehirn allein eine Rolle zuzuweisen, vielmehr sollte auch das Rückenmark, sowie jeder einzelne Nerv dabei mitwirken. Sowohl Wegnahme des grossen als des kleinen Gehirns bewirkte Temperaturabfall. Nach Entfernung einzelner Theile des Grosshirns erhöhte sich zunächst die Wärme um einige Grade, bevor sie sich verminderte. Reizung der Oblongata durch Bestreichung mit Aetzammoniaklösung brachte die Temperatur des ganzen Körpers zum Steigen; Wegnahme der Oblongata bewirkte Abnahme der Wärme. Bei Thieren, welche durch Kleinhirnexstirpation kälter wurden, nahm die Temperatur kurz vor dem Tode noch einmal um mehrere Grade zu. War die Wärme durch Hirn- und Rückenmarkslähmung in Folge Einwirkung eines starken elektrischen Schlages gesunken, so konnte sie rasch erhöht werden, wenn die Thiere heftig gegen den Boden geworfen wurden.

Den Ersatz der Nervenkraft durch den Galvanismus machten Versuche augenscheinlich, in denen die nach Hinwegnahme des ganzen Gehirns gesunkene Temperatur wieder anstieg, wenn das herausgeschnittene Gehirn wieder in seine vorige Lage gebracht und mit dem Ischiadicus in den Kreis einer mässig wirkenden Volta'schen Säule eingeschaltet worden war.

Nach Rückenmarksdurchtrennung verringerte sich die Wärme zusehends, weil „der Kreislauf gestört war“.

Im Anschluss an die Versuche über den Einfluss der Centralorgane des Nervensystems bemerkt Krimer, dass jeder einzelne Nerv an der Wärmebildung (durch Gefässerweiterung) theilnehmen könne; doch vermochte auch die Elektricität vicarirend einzutreten, wenn der Nerv durch-

schnitten worden war. Durchschnitt er z. B. einem Frosch den Schenkelnerven und betupfte er die zur Beobachtung unters Mikroskop gebrachte Schwimmhaut mit Salzwasser, so entstand keine Röthung, wohl aber nach dem Schliessen einer galvanischen Kette, deren eines Ende am unteren Nervenende, deren anderes an den Fusszehen angelegt wurde; beim Oeffnen der Kette verschwand die Röthung wieder.

Noch ein namhafter Forscher, Chaussat[29]), legte sein Votum in die Wagschale zu Gunsten der Nerventheorie. Dieser berichtete, dass bei seinen Versuchsthieren durch senkrechte Schnitte ins Gehirn oder Schläge auf den Kopf, durch Betäubung mittelst Opium sehr bedeutende Temperaturabnahmen hervorgerufen werden konnten. Ebenso wirkten Rückenmarksdurchschneidungen, und zwar fiel die Abnahme um so geringer aus, je tiefer man herabging. Chaussat leitete die Verminderung der Körperwärme eigentlich nicht direct von der Durchtrennung des Rückenmarks her, sondern vielmehr von der Durchschneidung solcher Theile des Nervensystems, die während der Operation getroffen werden; damit meinte er vornehmlich den Sympathicus. In der That überzeugte er sich, dass dessen Durchschneidung dicht über dem „Eingeweideganglion“ einen Temperaturabfall veranlasste.

---

[1]) Schon Prosper Martianus machte auf Ernährungsstörungen aufmerksam, welche von nervösen Störungen abhängen. Manche hielten das Nervensystem in hervorragender Weise wichtig für die Ernährung, wie der Spanier Oliva de Sabuga (Nuova filosofia del hombre), eine Ansicht, die in Horst, Lower, Charleton, Glisson, Le Cat, Buffon, Grimaud Vertheidiger fand. Vid. Dumas, Principes de physiologie etc. Paris (1800—1803). Einen Zusammenhang des Gehirns mit der Verdauung schienen Erfahrungen bei Schädelverletzungen wahrscheinlich zu machen (Schmucker, Metzger, Richter, Lombard. Lamotte). Nach Rachetti (Delle funzioni et delle malattie della midolla spinale. Milano 1816) soll die Ernährung vorwiegend vom Rückenmark abbängig sein.

[2]) Haller, Disput. I.

[3]) L. c.

[4]) Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darm ins Blut gelangen. Heidelberg 1820.

[5]) Phil. trans. 1814.

[6]) An experimental inquiry into the laws of the vital functions. London 1818.

[7]) Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1820.

[8]) New Engl. Journal of Med. and Surg. Vol. IV.

[9]) Horn und Nasse's Archiv, 1819.

[10]) Z. B. Wepfer's Ansicht. Dagegen sprachen die Versuche von Christison und Coindet (Edinburgh med. and surg. Journ., Vol. XIX) mit Zuckersäure, welche ergaben, dass die Versuchsthiere bei verdünnter Anwendung 10—12mal schneller getödtet wurden.

[11]) Phil. trans. 1811, 1812.

[12]) Expériences sur l'opium. Nouv. Bullet. T. I, Ann. I.

[13]) L. c.

[14]) Salzb. med. chir. Ztg. 1813. Tübinger Blätter 1811.

[15]) Nouv. Bullet. I, T. II.

[16]) Gegen die Annahme, dass die thierische Wärme direct mit der Intensität der Blutcirculation zusammenhänge, sprachen Beobachtungen (an hysterischen Personen), welche lehrten, dass erhöhte Pulsfrequenz nicht immer von vermehrter Wärmeproduction begleitet wird (Sydenham, Sauvages, De Haen, Stoll etc.).

[17]) Zu dieser Annahme führte unter Anderem die Beobachtung, dass paralytische Glieder häufig eine niedrigere Temperatur als der übrige Körper besitzen. Schon de Haen, Musgrave und die ganze Schule der Nervenpathologen leiteten die Wärmeerzeugung von der Nerventhätigkeit ab; Hauptvertreter dieser Ansicht waren: Blumenbach wollte die Differenz der animalen Wärme bei den verschiedenen Thierklassen von der verschiedenen Grösse des Gehirns abhängig machen; Röderer, Schäffer, Roose, Bichat bemerkten, dass selbst kaltblütige Thiere (Bienen, Ameisen etc.) zum Zorn gereizt, fühlbare Wärme entwickeln (Anat. I); Peart (Humboldt, Vers. II) beobachtete, dass man im Bade bloss durch Anstemmen der Füsse gegen die Wand die Temperatur erhöhen kann; Bunzen (Beitrag zu einer künftigen Physiologie, Kopenhagen 1805) sah, als er die Nervenstämme und Muskeln des Unterschenkels einer eben getödteten Kuh armirte, beim Schluss der Kette das in die Muskelsubstanz gesteckte Thermometer um mehrere Linien steigen und diese Temperaturzunahme in demselben Masse abnehmen, wie die Erregbarkeit sank.

[18]) Phil. trans. 1811.

[19]) L. c. So zeigte z. B. das Thermometer bei einem Hunde, den

er nach Unterbindung der Carotiden und Vertebrales enthauptet hatte, trotz künstlicher Athmung nach einer Stunde (im Rectum gemessen) einen Temperaturabfall auf 100—94° F.; nach zwei Stunden 86°; nach 2½ Stunden 78° u. s. w. Verglich er die Temperatur zweier Versuchsthiere, von denen nur eines in künstliche Athmung versetzt wurde, so verlor dieses rascher seine Wärme. Es sei z. B. folgende Tabelle mitgetheilt, welche übersichtlich ein derartiges Ergebnis (an zwei Kaninchen) demonstrirt.

Time	Rabbit with artificial respir. Therm. in the rectum	Dead rabbit. Therm. in the rectum
Before the Exp.	100½° F.	100½° F.
30 Minuten	97° „	99° „
45 „	95½° „	98° „
60 „	94° „	96½° „
75 „	92° „	95° „
90 „	91° „	94° „
100 „	90½° „	93° „

[20]) Experiments on the production of animal heat. London medical and phys. Journal 1814.

[21]) New England Journal of med. and surg. Vol. IV.

[22]) Annales de Chimie. T. IV, 1817.

[23]) An experimental inquiry into the laws of the vital functions. London 1818.

[24]) Hier möge die Beobachtung der Wärmeabnahme von einem Falle Platz finden, in dem die Wärme nach der Zerstörung des Lendenmarks innerhalb 34 Minuten um 23° F. abnahm. Ein Kaninchen, dem das Lendenmark zerstört worden war, wurde in wärmere Temperatur versetzt. Die Messungen nahm Wilson vor durch Einbringen der Thermometerkugel in das Maul, wo sie zwei Minuten gelassen wurde. Sogleich nach der Operation zeigte das Thermometer 98° F.

Nach	12 Minuten	92°
„	½ Stunde	92°
„	2½ Stunden	98°
„	5¾ „	98°
„	7¼ „	98°
„	9 „	96°
„	10 „	95°
„	12 „	97°
„	27 „	84°

Nach 30 Stunden	. . . .	84°
„ 33 „	. . . .	80°
„ 39 „	. . . .	75°

25) Salzb. med. chir. Ztg. 1813. Hufeland's und Harless' Journ. d. prakt. Heilk. 1815.

26) Versuche über das Leben.

27) Nasse machte besonders auf den Arbor vitae des Kleinhirns, der nur den Vögeln und Vierfüssern zukomme, aufmerksam (Reil's Archiv XII).

28) Physiol. Untersuchungen. Leipzig 1820.

29) Annales de Chimie, Tom. 91, und Extrait d'un mémoire de M. Chossat sur l'influence du système nerveux dans la production de la chaleur animale. Bulletin philomatique, 1820.

IV.

Versuche über den Reflexmechanismus.

Vere scire est per causas scire.
Bacon.

Das Charakteristikum dieser Entwicklungsepoche liegt zum grossen Theile, wie wir sahen, in der Thatsache, dass man tiefer in die Physiologie des Rückenmarks eindrang und die Bedeutung desselben für das animale und vegetative Leben zu ahnen anfing.

Der Werdegang der experimentellen Physiologie des Centralnervensystems brachte es mit sich, dass man immer mehr von der in höherem oder geringerem Grade selbstständigen Wirksamkeit untergeordneter Centren Kenntnis erlangte.

Nirgends zeigt sich dies deutlicher als in dem allmählich aufdämmernden Verständnis der Reflexvorgänge, welche in den gröbsten Zügen von einzelnen Forschern erschlossen wurden, bevor noch die Anatomie und Experimentalphysiologie das Vorhandensein einer gesonderten sensibeln und motorischen Nervenleitung zu beweisen vermochte.

Wir hatten bereits in den vorhergehenden Abschnitten Gelegenheit, darauf hinzuweisen, wie fruchtbringend die Haller'sche Irritabilitätslehre und in noch viel bedeutenderem Ausmasse der Stahl'sche Animismus der Erkenntnis des Reflexmechanismus vorarbeitete; denn so verschieden ihr Ausgangspunkt, so entfernt liegend ihre Ziele waren, beide Lehren führten zu einer Entthronung des Gehirns, insoweit man das-

selbe als ausschliessliche Innervationsquelle betrachtete, und räumten früher als bloss passiven Leitorganen angesehenen Bestandtheilen des Organismus eine grössere oder geringere Selbstständigkeit ein.

Nachdem das platonische Triumvirat (Herz, Leber, Gehirn) der Alleinherrschaft des Gehirns Platz gemacht und man sich gewöhnt hatte, im Gehirn die alleinige Innervationsquelle, die ausschliessliche Centralstelle jedweder organischen Function zu erblicken, mussten sich mit der Erweiterung des Erfahrungsgebietes immer wieder Bedenken erheben, welche von Beobachtungen ausgingen, die mit der herrschenden Ansicht absolut unvereinbar erschienen. Dahin gehörten die Beobachtungen von Lebensäusserungen hirnloser Früchte und die schon vielfach berührten Experimentalergebnisse, welche dargethan hatten, dass manche Thiere auch nach der Enthauptung auf Reize mit mehr oder minder zweckmässigen Bewegungen reagiren. Da man solche Erscheinungen mit dem Vergrösserungsglase naiven Staunens betrachtete und bei dem noch labilen Zustande der Kenntnisse eine ebenso weite als bequeme Rubrik der „Lusus naturae“ zur Verfügung hatte, so wird es begreiflich, dass anfangs nur wenige Autoren von der dominirenden Lehre abzugehen versucht waren, um so mehr, als die dialektisch geübte Spitzfindigkeit über die Frage, worin sich dem Ursprung nach willkürliche und unwillkürliche Bewegungen unterscheiden, hinwegzukommen wusste [1]. Das materielle Substrat der „Seele“, welche ebensosehr die Lebenskraft als die psychischen Vorgänge umfasste, bildete ausschliesslich das Gehirn. Als ein besserer Lösungsversuch erschien später Einigen der Animismus, welcher die Unterschiede zwischen den mit Bewusstsein verbundenen und den bewusstlos verlaufenden Thätigkeiten vollends aufhob und der Seele den ganzen Organismus zur Wohnstätte anwies [2]. Dieser Gedanke erlitt durch die weitverzweigte Secte der

Stahlianer manche Modification, deren bedeutungsvollste jene war, welche das ganze Nervensystem zum Substrat der „Seele" erhob. Nunmehr erschienen die Lebensvorgänge der Anencephalen, die animalen Lebensäusserungen der geköpften Kaltblüter und Vögel, die ohne Eingreifen des Willens zu Stande kommenden Bewegungen in ganz anderem Lichte als zuvor, indem man alle diese Phänomene durch die Reaction der empfindenden, zweckmässig handelnden Seele hervorgerufen sein liess [3]). Man schrieb jedweder Reaction auf sinnliche Eindrücke eine transcendentale Natur zu und wusste, verleitet durch die anscheinende Zweckmässigkeit der Thätigkeiten, die Reaction des Organismus von der seelisch gedachten Lebenskraft so wenig zu trennen, wie noch heute Viele die Empfindung vom Bewusstsein nicht loszulösen verstehen. Immerhin führte der Animismus dahin, auch im Rückenmark ein mehr oder minder selbstthätiges Centrum zu erkennen, wie späterhin der Vitalismus unter dem Eindruck der Phänomene des thierischen Magnetismus auch das Gangliensystem des Sympathicus zu einer eigenen, mehr oder minder unabhängigen Innervationsquelle erhob [4]).

Die andere Richtung, welche durch Trennung der „Anima rationalis" von der „Anima vegetativa" über die Schwierigkeit hinwegzukommen suchte und durch Localisation der Seelentheile (Seelenvermögen einerseits, Lebenskraft andererseits) an verschiedenen Gehirnabschnitten dem Unterschied willkürlicher und unwillkürlicher, animaler und vegetativer Vorgänge eine äussere materielle Grundlage zu gewähren strebte, fand endlich ein Ziel in der Haller'schen Irritabilitätslehre, durch welche die unbewusst oder doch unwillkürlich verlaufenden Thätigkeiten auf die Reizbarkeit zurückgeführt wurden. Der heuristische Werth dieser Lehre lag darin, dass der grösste Theil der organischen Vorgänge des „seelischen" Charakters entkleidet wurde, dass die „Anima vege-

tativa“ in eine grosse Zahl biomechanischer Kraftquellen aufgelöst wurde. Das Gehirn sollte nur die Quelle des zum Anreiz dienenden Nervenfluidums bilden und den Sitz des Sensorium commune darstellen. Die grobe Hintansetzung der „Nervenkraft“ widersprach aber so sehr den Thatsachen, dass bald verschiedenartige Modificationen des Haller'schen Systems emporsprossen, welche die Reizbarkeit in eine gewisse Abhängigkeit zum Nervenagens brachten, aber nunmehr, gestützt auf Anatomie, Zootomie, Embryologie, auch dem Rückenmark und den Ganglien eine grössere oder geringere Bedeutung für den Ablauf der unwillkürlichen Thätigkeiten zuerkannten. Die Lehren Haller's und Stahl's fanden somit in ihren letzten Ausläufern so vielfach Berührungspunkte, dass sie in den physiologischen Systemen eines Unzer, Prochaska harmonisch vereinigt werden konnten.

Dadurch aber, dass auch dem Rückenmark und den Ganglien eine gewisse Selbstständigkeit eingeräumt wurde — die Oblongata spielte ohnedies in den meisten Systemen eine hervorragende Rolle als Sitz der Vitalität, als Substrat des Sensorium commune — arbeitete man dem Verständnis der Reflexthätigkeiten begreiflicher Weise erheblich vor, denn waren einmal vom Gehirn mehr oder minder unabhängige Centren anerkannt, so galt es nunmehr, bloss auf diese den schon längst bekannten Umsetzungsmodus sensibler Reize in Motilität anzuwenden.

Wir sagen, dass dieser Umsetzungsmodus schon längst bekannt war, und glauben diese Behauptung durch den Hinweis auf das sogenannte „Sensorium commune“ bekräftigen zu können, ein Begriff, der ja bekanntlich seit den ältesten Zeiten in allen nervenphysiologischen Systemen eine so grosse Rolle spielte und der erst nach den Arbeiten Gall's für immer verschwand[5]). War doch das „Sensorium commune“

nach der Ansicht der meisten älteren Physiologen jener Punkt im Gehirne, „in welchem sämmtliche Empfindungen und Erregungen des ganzen Organismus zusammentreffen und von da aus wieder als Motorium commune oder als gemeinschaftlicher Bewegungsmittelpunkt auf den Organismus zurückwirken sollten." Das „Sensorium commune" bildete also eine und zwar, wie man lange glaubte, die einzige Umsatzstelle von sensiblen Reizen in Bewegungsvorgänge, es bildete ein Reflexcentrum, das unter Einwirkung der Seele stand. Solange der Begriff Seele noch den Begriff Lebenskraft umfasste, war die Sache einfach, als aber Seele nur mit Geist identificirt wurde, erhob sich die gewaltige Schwierigkeit, wie man die willkürlichen und unwillkürlichen Thätigkeiten dem Ursprung nach unterscheiden solle, eine Schwierigkeit, welche unter dem Einflusse Stahl'scher Ideen in der Weise beseitigt wurde, dass man eben den Sitz der Seele oder des „Sensorium commune" nicht mehr auf die Ursprungsstätte der Gehirnnerven, auf die Oblongata, auf das Gehirn beschränkte, sondern auch auf das Rückenmark ausdehnte[6]), oder vielmehr ausser dem „Sensorium commune" mehrere andere untergeordnete, aber ähnlich functionirende „Sensoria particularia" anerkannte. Dies geht sehr deutlich aus folgenden, schon oben citirten Worten Prochaska's hervor[7]): „Probabile igitur esse videtur praeter Sensorium commune . . . dare sensoria particularia in gangleis ac concatenationibus nervorum, in quibus impressiones externae per nervos ascendentes reflectantur." Ebenso unterschied auch Unzer willkürliche und unwillkürliche Thätigkeiten nur dadurch, dass letztere durch Reize zu Stande kommen, welche nicht bis zum „Sensorium commune" emporstreben, was bei den ersteren der Fall; der Mechanismus sollte aber im Wesentlichen bei beiden ganz identisch sein, d. h. in einer centralen Umsetzung sensibler Reize in Be-

wegung bestehen. Die Wirkungsart des gedachten „Sensorium" bot also sicherlich das Vorbild für die Vorstellungen, die man sich vom Reflexmechanismus machte. Es erhellt dies auch daraus, dass sowohl Prochaska als auch ältere Autoren, wie z. B. Willis, in Anlehnung an Cartesius bisweilen den Ausdruck Reflexion[8]) gebrauchen, wenn von der Function der höchsten Centren die Rede ist. So heisst es bei Willis: „Postquam species sensibilis, a communi sensorio ad corpus callosum trajecta, imaginationem excitavit, spiritus abinde reflexis et versus appendicem nervosum reflui . . . . ." (L. c. Cap. XI.)

Es fragt sich nun, welche Auffassung dem Verständnis der Reflexphänomene vorausging. Wir glauben, diese Frage damit beantworten zu können, dass wir sagen, der Begriff Consensus[9]) oder Sympathie, welcher in der alten Pathologie von so weitreichender Bedeutung gewesen, ist zwar nicht identisch mit dem Begriff Reflexvorgang, schliesst ihn aber völlig in sich. Die Lehre von den Reflexvorgängen leitet sich historisch aus dem Studium der „sympathischen Erscheinungen" her, seitdem man die eigenthümlichen Wechselbeziehungen der Organe, den Consensus, vornehmlich auf die nervösen Verbindungen der Organe zurückzuführen bestrebt war.

In der That wurden dem „Consensus" neben den eigentlich „sympathischen Erscheinungen", wie sie im Krankheitsverlauf beobachtet wurden, Phänomene wie das Niessen, Erbrechen, Husten etc. beigezählt und, wie aus den Worten Whytt's, Unzer's, Prochaska's und anderer Experimentalforscher hervorgeht, führte man auch die Bewegungen geköpfter Thiere unter diesem Namen an[10]). Meint doch Whytt aus seinen Versuchen schliessen zu dürfen, dass die „Sympathie" durch die im Gehirn und Rückenmark bestehende Communication der Nervenursprünge verursacht werde; noch deutlicher sagt Prochaska mit Anspielung auf die Reflexthätigkeiten

enthaupteter Kaltblüter, dass dieselben nicht ohne eine Art Consensus zwischen den Spinalnerven zu Stande kommen können. Was aber den Consensus der Alten von den Reflexphänomenen der Späteren trennt, ist der Umstand, dass man sich bei dem ersteren in der Regel die zweckmässig zur Erhaltung des Organismus wirkende Seele als leitendes Agens dachte.

Wir haben bisher den Nachweis zu erbringen versucht, dass das Princip des Reflexactes bereits vor Marshall Hall mehr oder weniger deutlich geahnt wurde, und wollen nun über die Experimente einiger Forscher kurz berichten, welche die von Whytt und Unzer begonnene Arbeit mit Erfolg fortzusetzen verstanden.

Unter diesen Forschern nimmt Georg Prochaska (1749—1820) den ersten Rang ein, welcher an Fröschen ganz ähnliche Versuche wie sein Vorgänger Whytt anstellte. Der bedeutende Fortschritt in der Auffassung zeigt sich aber darin, dass er nicht wie dieser die Bewegungen als willkürliche und durch (bewusste) Empfindung ausgelöst betrachtet, sondern als das Princip, welches die Uebertragung der Empfindungseindrücke auf Bewegungsnerven regelt, den Instinct der Selbsterhaltung hypostasirt: „Generalis tamen lex, qua commune sensorium impressiones sensorias in motorias reflectit, est nostri conservatio: ita, ut impressiones externas corpori nostro nocituras sequantur impressiones motoriae motus producturae eo collimantes, ut nocumentum a corpore nostro arceatur amoveaturque; et vice versa . . .“ Den Sitz dieses Consensus dehnte er, wie schon erwähnt, auf das Rückenmark und die Ganglien aus: „Nam rana decapitata, si pungitur, non tantum punctam partem retrahit, verum etiam repit, et saltat, quod absque consensu nervorum sensoriorum et motoriorum fieri nequit, cujus consensus sedes in medulla spinali superstite sensorii communis parte, sit, oportet“ [11]). Und, was das Bemerkenswertheste ist, Prochaska sagt, „es ist gewiss, dass

die Empfindungseindrücke unbewusst sich auf die Bewegungsnerven reflectiren können, wie es die Erscheinungen an völlig bewusstlosen Apoplektischen beweisen: sie haben einen vollen Puls und athmen tief, häufig erheben sie eine Hand und bringen sie, ohne es zu wissen, an den Ort ihres Leidens."

Einen verwandten, aber doch einigermassen verschiedenen Standpunkt nahm der vielverdiente Legallois[12]) ein, welcher mit einer ausserordentlich grossen Zahl von Experimenten den Satz zu beweisen suchte, dass das Princip der Empfindung und der Bewegung des Stammes im Rückenmark seinen Sitz habe, dass das Rückenmark durch seine graue Masse ein Innervationscentrum darstelle, welches eine völlig selbstständige Wirksamkeit besitzt. Er glaubte, es seien die bei geköpften Thieren durch Reize veranlassten Bewegungen mit Empfindung und Bewusstsein verbunden und nur deshalb unharmonisch oder regellos, weil die Regulation durch die Oblongata wegfalle[13]). Wenn man einem Salamander den Kopf abtrenne, so könne er noch mehrere Tage fortleben und sich bewegen, jedoch nicht mit solcher Vollkommenheit wie zuvor: „Quoiqu'elle fasse mouvoir son corps et ses membres avec autant de force qu'il en faudrait pour se transporter d'un lieu à un autre, elle reste à la même place et on peut la laisser sur une assiette avec un peu d'eau, sans craindre qu'elle s'échappe. Si l'on examine tous les mouvements, qu'elle fait, on voit qu'ils sont déréglés et sans but. Elle meut ses pattes en sens contraire les unes des autres, en sorte qu'elle ne peut avancer ou si elle fait un pas en avant, elle en fait bientôt un autre à reculons." Legallois beschränkte seine Ansicht über die selbstthätige Wirksamkeit des Rückenmarks nicht etwa nur auf die Kaltblüter, er dehnte sie auch auf die warmblütigen Thiere aus und theilt zur Bekräftigung dieser Meinung einen Versuch mit, dessen Auslegung ganz besonders deutlich die Denkart

des Autors verräth. Er durchschnitt einem Kaninchen das Rückenmark quer zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Lendenwirbel. Wurden die Hinterbeine durch Kneipen etc. gereizt, so gerieth der ganze hintere Stammtheil in Bewegung, während der vordere nichts zu spüren schien und ruhig blieb. Daraus schloss Legallois etwas ganz Anderes als die moderne Wissenschaft. Er meinte nämlich, die durch Reize hervorgerufenen Bewegungen des hinteren Körpertheils bilden den Ausdruck des daselbst ungestört fortbestehenden Empfindungsvermögens und das Ausbleiben der Bewegung im vorderen Abschnitt erkläre sich aus der Aufhebung des zwischen beiden Theilen herrschenden Wechselverhältnisses. Die Durchschneidung des Rückenmarks habe zwei verschiedene und von einander unabhängige Centra der Innervation hergestellt; denn kneipte man z. B. ein Ohr des Kaninchens, so regte sich der Vordertheil, während der Hintertheil bewegungslos verblieb. Man könne sogar sagen, dass zwei Centra des Willens (in Folge der Rückenmarksdurchtrennung) geschaffen sind, wenn die Bewegungen, welche der Hintertheil, indem man ihn kneipt, ausführt, die Absicht voraussetzen lassen, der Verletzung oder Reizung auszuweichen.

Legallois beobachtete also, und zwar ungemein oft, die Phänomene des Reflexmechanismus, deutete sie aber als Ausfluss bewusster Empfindung und willkürlicher Bewegungsthätigkeit. Sein Hauptfehler lag darin, dass er die gewonnenen Resultate zu leichtfertig auf die Beurtheilung des Nervenlebens höherer Thiere anwandte. Mit Recht erhob sich daher schon Gall gegen diese Verwischung des Unterschieds, der zwischen höheren und niederen Thieren besteht, bei welch' letzteren das Gehirn eine viel geringere Rolle spielt: „Les végétaux et les zoophites vivent sans système nerveux, se reproduisent par boutures. D'autres animaux vivent avec des nerfs, mais sans cerveau. En

général, à mesure que l'organisme devient plus compliqué, que les organes deviennent plus dévelopés et plus aptes à des fonctions plus étendues, le concours simultané de chaque organe devient plus important pour la conservation de la vie A mesure que le cerveau devient plus composé, il devient aussi plus influent sur le reste de l'organisme jusqu'à ce que dans les animaux les plus parfaits tous les autres organes vivent sous son influence, et qu'il devienne indispensable pour l'existence de l'individu" [14]). Diese Abwehr von Seiten Gall's war um so mehr am Platze, als gerade damals mehrere Forscher, influencirt von der verderblichen Lehre des Mesmerismus, allen Theilen des Nervensystems Gleichwerthigkeit zusprachen [15]) und zum Beweise dessen die Reflexactionen der Föten heranzogen, welche sogar ein Erasmus Darwin [16]) für willkürlich ansah. Die Ansichten Legallois' waren ja ebenfalls geeignet, in dieser Hinsicht zu stützen.

Ganz anders beschaffen waren die Schlussfolgerungen — nur in diesen, nicht in den Versuchsmodificationen, lag der Fortschritt —, welche spätere Physiologen zogen, wie z. B. Fodéra [17]), der bereits 1823 die nach Rückenmarksdurchtrennungen beobachteten Reflexbewegungen als solche erkannte, welche durch sensible Reize ohne begleitende Schmerzempfindung erweckt werden können. Die moderne Lehre ging bekanntlich aus dem Lehrsysteme hervor, welches Marshall Hall aufstellte, jedoch soll an dieser Stelle die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass dieser Pfadfinder hinter Prochaska insofern zurücksteht, als er das Princip der Reflexaction, das excito-motorische Vermögen bloss dem Rückenmark, resp. einem eigenen Fasersystem desselben zusprach. Beide Fehler wurden erst durch Johannes Müller ausgemerzt [18]).

---

[1]) Swammerdam z. B. meinte, willkürliche Muskeln unterscheiden sich von unwillkürlichen nur durch die Antagonisten: „Dat alle de

Spieren, die wij vrijwillig beweegen, dat wij die niet als door een contrarie determinatie beweegen." (Bijbel der Natuur. Bd. II, p. 844).

[2]) Vorgänger Stahl's waren insbesondere Borelli, Perrault, van Helmont, Wepfer, Wedel u. A.

[3]) Helmont's Archaeus, Wepfer's „Praeses systematis nervosi" waren solche Personificationen der Lebenskraft und speciell der Vis medicatrix naturae. Das Urbild aller solcher Speculationen bildete der platonische Demiurgos. Sehr bemerkenswerth ist es, dass der treffliche deutsche Physiolog Bohn zu einer Zeit, da in den meisten deutschen Schulen Helmont's Lehre vom Archaeus angenommen worden war, eine ganz widersprechende, fast modern klingende Meinung äussert: „Praeterea si bruta eodem, ac homo, ventriculo, epate, corde, cerebro et absque agentis mere spirituosi influxu aut adjutorio chylificant, bilem secernunt, sanguini motum localem imprimunt, ac liquorem nerveum conficiunt: cur hominis visceribus vitalibus virtutes has sine animae rationalis concursu denegabimus?" Circ. anat.-physiol., p. 50.

[4]) Vide: Bichat, Allgemeine Anatomie, deutsch, Leipzig 1802, I, p. 290—324; Ch. W. Hufeland, Pathologie, 1799, I, p. 141—144; Autenrieth, Handbuch der Physiologie III, § 871; Burdach, Physiologie, § 154—164; Reil, Archiv für Physiologie, Bd. 7, p. 184—254.

[5]) Erst seit Gall hörten die Anatomen auf, nach einem kleinen Punkt im Gehirn zu suchen, wohin die Sinnes- und Bewegungsnerven zusammenlaufen. Van Swieten und Tiedemann hielten die Annahme eines Sensorium für widersinnig, wegen der Confusion, die eine solche Anordnung mit sich brächte.

[6]) Marherr, Praelect. ad Inst. med. Boerhaavii, Viennae 1772, II, p. 404. Prochaska, Opera minora, Viennae 1800, II, p. 153.

[7]) L. c., p. 170.

[8]) Cartesius, Les passions de l'âme, Paris 1649, p. 21. Der Vergleich der Nervenleitung mit physikalischen Vorgängen (Licht) lag nahe. Vergl. Willis, Cerebri anatome, Cap. XI: „Quoties animae parte exteriori perculsa, sensibilis impressio, velut species optica, aut tanquam aquarum undulatis internis vergens, ad corpora striata defertur . . ."

[9]) Die alte Pathologie leitete ursprünglich die „Sympathie", den Consensus, aus der Nachbarschaft, aus der Aehnlichkeit der Function, aus der Aehnlichkeit des Baues ab. Da diese Gründe aber nicht für alle Fälle passten, so suchte man schon frühzeitig nach einem allgemeinen Principe. Als solches galten z. B. die Gleichheit der „Spiritus", der Conflux der „Humores", später der Zusammenhang der Häute (arabische Lehre), die Verbindung durch Blutgefässe etc. Erst Laurentius Valla schrieb neben den Blutgefässen den Nerven die grösste Bedeutung für den Consensus zu (vergl. Treviranus, Physiol. Fragm., 2. Th., p. 193). Seitdem man in den Nerven das wichtigste Bindeglied

erkannte, schieden sich die Autoren in solche, welche den Consensus bloss durch das Gehirn (Perrault, Astruc, Boerhaave, Kaau, Haller, Van Swieten, Monro, Marherr, Tissot u. A.), in solche, welche ihn auch durch die Anastomosen und Plexus (Bergen, Walther, Vater, Buchner, Zinn, Meckel, Gasser, Camper u. A.), endlich in solche, welche ihn durch die Ganglien vermitteln liessen (siehe Seite 186 u. f.). Manche Physiologen hielten bestimmte Hirntheile für den Sitz des Consensus, z. B. Metzger die Medulla oblongata, Sömmerring die Ventrikelhöhlen u. s. w.

[10]) So sagt z. B. Prochaska Folgendes: „Huc (consensus) quoque spectant omnes motus, qui in corpore decapitati hominis aut alius animalis aliquo tempore supersunt et vellicato corpore praeprimis vero medulla spinali excitantur, qui certe sine conscientia animae fiunt, et per residuam sensorii communis partem, quae in medulla spinali est, reguntur.“ Von besonderem Werthe ist die Bemerkung: „qui certe sine conscientia animae fiunt“; denn es bildete durch viele Decennien eine wichtige Streitfrage, ob die Köpfe der Hingerichteten nach der Enthauptung noch einige Zeit Bewusstsein und Empfindung beibehalten. Es kann ja nicht Wunder nehmen, dass Erscheinungen, wie sie schon Lucretius in seinem Lehrgedicht anschaulich schildert:

„Et caput abscissum calido viventeque trunco
Servat humi voltum vitalem oculosque patenteis
Donec reliquias Animaï reddidit omneis.“

(De rer. nat. lib. III (654—656).

Erscheinungen, die man im letzten Viertel des Jahrhunderts aus bekannten Gründen so häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, anfangs zur Ansicht führten, dass die abgeschlagenen Köpfe, so lange noch Zuckungen anhalten, wohl noch im Besitze des Bewusstseins verbleiben. Da die Frage sehr grosses praktisches Interesse besass, so wurden von zahlreichen Physiologen mancherlei (später auch galvanische) Reizversuche angestellt, ohne dass man zu einem überzeugenden Ergebnis kam. So berichtet Sömmerring Folgendes: „Herr v. Leveling stellte 1791 zu Neuburg a. D. und Eichstätt Versuche an . . . Als er das Ende des Rückenmarks im Kopfe mit der Sonde reizte, waren die zuckenden Bewegungen der Antlitzmuskeln, vorzüglich der Lippenmusculatur, erschrecklich; sogar erhob sich einmal das obere Augenlid, die sorgfältigst beobachteten Augen selbst starrten, gerade als wenn die Augenäpfel festgestellt wären. Bei leichterem Berühren des Rückenmarks zuckten einige Fasern der Antlitzmuskeln, bei stärkeren alle zusammen, wodurch scheussliche Grimassen entstanden. Diese schienen einigen Umstehenden so fürchterlich, dass sie fortrannten, andere Zuschauer murrten über die Fortsetzung der Martern.“

Eine grosse Anzahl von Forschern benützte die Gelegenheit, an

Hingerichteten Versuche anstellen zu dürfen, und entschied sich in der erwähnten Streitfrage bald pro, bald contra (Sömmerring, Oelsner, Cabanis, Leveiller); Clossius (Ueber die Enthauptung, Tübingen 1791); Sedillot (Reflexions sur le supplice de la guillotine, Paris 1793); Sue (Opinion sur le supplice de la guillotine, Paris 1797); Eschenmayer (Ueber die Enthauptung, Breslau 1803); Wendt, Eckoldt, Schmidtmüller, Ackermann, Senff, Klein (in verschiedenen medicinischen Zeitschriften); Gruithuisen (Ueber die Existenz der Empfindung in den Köpfen und Rümpfen der Geköpften, Augsburg 1808) etc. Burdach (l. c. III, p. 129 ff.) spricht sich gegen die Annahme derjenigen Physiologen aus, welche die Zuckungen für Zeichen fortdauernden Bewusstseins ansahen und zwar vornehmlich aus dem Grunde, weil das Bewusstsein augenblicklich schwinden müsse, wenn das Gehirn nicht bloss kein Blut empfängt, sondern auch in Strömen verliert; auch spottet er über die Sentimentalität jener Beobachter, welche im vollen Ernste behaupteten, dass der getrennte Kopf der Charlotte Corday im Unwillen über die unwürdige Behandlung des Henkers erröthet sei. Hatte es doch der englische Arzt (im Hinblick auf die Lebensäusserungen zerstückelter niederer Thiere) nicht für unglaublich gehalten, dass bei Guillotinirten das Leben noch geraume Zeit fortbestehe. Im Jahre 1804 verbot man auf Grund solcher Anschauungen in Preussen, dass man mit den Köpfen Enthaupteter galvanische Versuche anstelle.

[11]) Opera omnia (Vindob. 1800) II. Comment. de funct. syst. nerv. Cap. IV.

[12]) Oeuvres complètes (Paris 1830). Expériences sur le principe de la vie etc. Paris 1811.

[13]) Vergl. die Beobachtungen Eckhard's.

[14]) Gall, Sur les fonctions du cerveau etc. Paris 1822—1825, Tome II, p. 85 ff.

[15]) Ibid. II, p. 64. „L'on est encore assez crédule pour entreprendre des expériences sur le magnétisme animal, dans l'intention de prouver que tous les nerfs sont donnés des mêmes forces, de façon que non seulement chaque nerf peut en remplacer un autre, mais que chacun d'eux peut remplacer le cerveau."

[16]) Zoonomie, 1794. II, 231—233.

[17]) Journal de physiologie expérimentale, T. III.

[18]) Uebrigens erklärten schon im zweiten Decennium des Jahrhunderts zwei deutsche Forscher, Tiedemann (Journal complém. du Dict. des scienes médic. T. XXIII) und Arnold (Ueber den Ohrknoten. Heidelberg 1828) die Lichtreaction der Pupille und die Contraction des Hammermuskels aus dem Reflexmechanismus, indem sie den „Augenknoten" resp. Ohrknoten als Umschaltungsorgan auffassten.

V.

Charles Bell's Entdeckung.

Prudens interrogatio est quasi dimidium scientiae.
Bacon.

Wir sahen, dass das Wesen des Reflexmechanismus von einigen erleuchteten Forschern bereits gegen Schluss des 18. Jahrhunderts erkannt wurde, obzwar eine, nach heutiger Ansicht grundlegende Kenntnis noch völlig mangelte: die Kenntnis der Empfindungs- und Bewegungsnerven.

Zwar hatten schon seit dem Alterthum mancherlei Beobachtungen zur Vermuthung angeregt, dass die Grundphänomene der Nerventhätigkeit nicht an dieselben Leitorgane gebunden sind, dass ein Theil der Nerven der Empfindung, ein anderer lediglich der Fortpflanzung von Bewegungsimpulsen diene; aber, trotzdem so zahlreiche Thierversuche zur Ergründung der nervösen Functionen unter den verschiedensten Bedingungen, central und peripher, am Gehirn, Rückenmark und den Nerven, vorgenommen wurden, verstand es in dem langen Zeitraum von Galen bis Bell kein Physiolog, die Hypothese durch sicheren experimentellen Nachweis in den Bereich des begründeten Wissens zu erheben.

Bereits Erasistratus soll, wie Rufus von Ephesus[1]) berichtet, zwei Arten von Nerven angenommen haben, im Gehirn entspringende Bewegungsnerven und aus den Hirnhäuten hervorgehende Empfindungsnerven. Galen[2]) theilte ebenfalls die Nerven in diese zwei Gruppen, und zwar hielt er

die härteren für Bewegungs-, die weicheren für Empfindungsnerven; er lehrte sogar, dass das Rückenmark beiderlei Nerven entsendet. Diese Annahmen bildeten nur die logische Schlussfolgerung aus der häufig gemachten Erfahrung, dass nicht in allen Fällen, wo local die Bewegungsfähigkeit erloschen ist, auch die Empfindung verloren geht, oder wo die Empfindung eingebüsst wurde, auch die Bewegungsfähigkeit aufgehoben ist. Und so folgerte man denn mit vollem Rechte, dass es zwei verschiedenartige Nerven geben müsste, da die eine Function bei gleichzeitigem Verluste der anderen unversehrt bleiben kann.

Die Galenische Lehre wurde von manchen anatomischen Autoren der Folgezeit aufgenommen, ohne aber im Geringsten fortgeführt oder gar auf experimentellem Wege gestützt zu werden. Fehlte es doch an einem rechten Angriffspunkt hiefür, weil man, befangen in der üblichen Betrachtungsweise des Rückenmarks als passiven Leiter der Impulse, noch nicht darauf vorbereitet sein konnte, in dem Bau der Rückenmarkswurzeln eine Anordnung von specifischer Zweckmässigkeit zu erblicken.

Der grössere Theil der Forscher aber wusste sich mit Hilfe allerlei ausgeklügelter Spitzfindigkeiten mit der entgegengesetzten Anschauung zu befreunden, dass nämlich ein und derselbe Nerv sowohl die Empfindung als die Bewegung vermitteln könne.

Diese Anschauung wurde sogar, seitdem man sich grösserer Exactheit befleissigte und nur das Bewiesene für wahr zu halten anfing, die herrschende Lehre, welche sich bis in die ersten Decennien unseres Jahrhunderts erhielt, wiewohl einige namhafte Physiologen des 18. Jahrhunderts, unter ihnen Boerhaave, Kaau-Boerhaave, Malcolm Flemyng (Studiengenosse und Freund Haller's), mit besonderer Be-

tonung die Verschiedenheit der motorischen und sensiblen Nervenbahnen hervorzuheben versucht hatten.

Der Erstgenannte sagt in seiner Schrift „De morbis nervorum" (Lugd. Bat. 1761, T. II, p. 695 et 696): „ex hac medulla (sc. spinal.) exit duplex genus nervosum, unum motui, alterum sensui inserviens, nec unquam inter se communicans . . . Quis dicet hic: hoc movet, hoc sentit?"

Kaau äussert sich folgendermassen: „Interim notamus certissimi, utriusque actionem (motus nimirium et sensus) fieri per nervos diversos, distinctos plane, neque unquam vel usquam confundendos." (Imp. fac. dict. Hipp. 181.)

Malcolm Flemyng endlich weicht von den beiden Autoren wesentlich ab, wenn er in seinen Epistolae ad Hallerum III, 369 schreibt: „In musculorum ventribus, dum operantur, parum vel nihil sensus percipitur. Propter quod et propter paralyseos phaenomena puto, nervos sensificos alios esse a motoribus. — Volo autem sic intelligi, ut non distinctos nervorum fasciculos unice per sensificos vel motorios ponam. Possunt in quovis minima visibili chordula stamina nervea utriusque generis constare."

Von geringerer Bedeutung waren zwei Abhandlungen, aus dem letzten Decennium des 18. Jahrhunderts, welche einen ähnlichen Standpunkt vertraten: G. Ch. Beireis, Diss. de irritabilitate (Helmst. 1791) und Brandis, Versuch über die Lebenskraft (Hannover 1795).

Ein Hauptgrund, dass solche Aussprüche nicht in dem Grade ausgenützt wurden, wie sie es verdient hätten, lag nicht zum mindesten auch in der Abneigung gegen Hirnlocalisationsversuche, eine Abneigung, welche die Haller'sche Zeitperiode charakterisirt; ferner blieben ja jene Experimentalforschungen, die bestimmte Hirntheile zum Sitz der Empfindung machen wollten, ergebnislos, und wie man meist einen Punkt im Gehirn annahm, in dem die oberste Centra-

lisation der Empfindung und Bewegung zu Stande kommen sollte, so erschien es auch plausibel, dass ein und derselbe Leiter beiden Functionen dienen könne. Erfolgte doch bei Reizung eines jeden Nerven sowohl Sensation als auch zugleich Reaction (scheinbar durch denselben Nerven); musste doch demjenigen, der die Reflexbewegung nicht kannte, sogar der Opticus in gewissem Sinne als bewegungserregender Nerv gelten (Pupillarreaction [3]).

Aber wie es so oft in der Entwicklung der Physiologie geschah, immer wieder legten es praktische Erfahrungen [4]) nahe, dass die dominirende Lehre an Irrthümern kranken müsse, um so mehr als man in der Empfindung mit zunehmender Klarheit einen durchaus centripetalen Vorgang erkannte. Denn dass auch Letzteres nicht zu jeder Zeit so selbstverständlich wie heute erschien, erhellt z. B. aus einer Bemerkung des Physiologen Steifensand, der noch im Jahre 1831 gegen das Bell'sche Gesetz Folgendes anführt: „Obgleich also die Verbreitung der Empfindung nur von aussen nach innen . . . stattzufinden scheint, so sehen wir doch auch Erscheinungen, welche uns anzunehmen nöthigen, dass in den Nerven auch nach seinem peripherischen Ende hin sich Empfindungsreize verbreiten können. Den durch einen Stoss am Ellenbogen entstehenden Schmerz im Ulnarnerven spürt man bis zu seiner feinsten Endigung in den Fingerspitzen sich verbreiten . . . Dasselbe sehen wir auch oft bei Neuralgien, bei den sogenannten ziehenden und reissenden Gliederschmerzen" [5]) . . .

Es mangelte eben die Kenntnis des Gesetzes der excentrischen Erscheinung. Im Beginne unseres Jahrhunderts fand eine Theorie vielfachen Anklang, welche die Gegensätze zu versöhnen suchte, indem zwar Bewegungs- und Empfindungsleitung an einen und denselben Nerven geknüpft wurde, aber die eine Function dem Nervenmark, die andere der Nerven-

scheide zugewiesen wurde. Treviranus und Reil meinten nämlich, dass das Nervenmark centripetal die Empfindungsreize, die Nervenscheiden centrifugal die Bewegungsimpulse fortleiten [6]).

Vergeblich suchte man an der Hand des Experiments einen Ausweg aus dem Labyrinth der Hypothesen, bis endlich die Anatomie den Ariadnefaden darbot.

Das lebhafte Interesse, mit welchem im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts die Forschung über den Bau und die Function oder besser gesagt den Zweck der Ganglien in Angriff genommen wurde, führte, wie wir oben sahen, zum Verständnis des Reflexmechanismus. Dieselbe Forschungsrichtung war es auch, der die bedeutendste der physiologischen Entdeckungen ihrer Zeit, die Entdeckung der verschiedenen Function der vorderen und hinteren Spinalnervenwurzeln, zugeschrieben werden muss.

Zwei trefflichen deutschen Anatomen gebührt das ruhmvolle Verdienst, zuerst mit dem Tone physiologischer Neugierde auf die vorher wenig beachtete Thatsache hingewiesen zu haben, dass nur die hintere Wurzel der Rückenmarksnerven durch das Intervertebralganglion hindurchzieht, während die vordere mit demselben keine Berührung hat, und dass der fünfte Gehirnnerv ganz analog den Rückenmarksnerven aus einer doppelten Wurzel entspringt, einer hinteren, die ein Ganglion besitzt, und einer vorderen, die direct in den Stamm übergeht. Es waren dies Thomas Sömmerring und Georg Prochaska. Der Erstere [7]) erhob nämlich folgende, zum Problem anregende Frage: „Quae causa est, cur in radice posteriore tantum nervorum spinalium ganglia inveniuntur, minime autem in priore?“ Der Letztere [8]) äusserte sich noch deutlicher: „Quare radices anteriores nervorum spinalium ganglia spinalia insalutata transeant et quare nam solae posteriores radices ganglia spinalia trannare cogantur? . . .

Quare omnium cerebri nervorum solum quintum par post ortum suum more nervorum spinalium ganglion semilunare dictum facere debet, sub quo peculiares funiculorum fasciculus ad tertiam quinti paris ramum, maxillarem inferiorem dictum, properat insalutato ganglio semilunari ad similitudinem radicum anteriorum nervorum spinalium?“ Der Erste aber, welcher, „wenn auch hypothetisch“, den beiden Wurzeln der Spinalnerven eine bestimmte Function zuschrieb, war der Engländer Alexander Walker[9]), indem er in Verfolgung des Localisationsprincips im Jahre 1809 behauptete: „Die vorderen Wurzeln und die vorderen Stränge des Rückenmarks leiten die Empfindung, die hinteren Wurzeln und Stränge die Bewegungsimpulse.“

Versetzt man sich in den Gedankengang eines Anatomen der damaligen Zeit, welcher angeregt und ausgehend von dem Problem, das Prochaska aufstellte, die Frage nach der Bedeutung der zwiefachen Rückenmarksnervenwurzeln zu lösen versuchte, so käme man ungefähr zu folgender Schlussfolge[10]): Die Gehirnnerven zerfallen in solche, welche aus einer einfachen Wurzel hervorgehen (z. B. Oculomotorius, Abducens) und solche, die einer doppelten Wurzel entspringen (Trigeminus). Die ersteren scheinen entweder nur die Sensibilität oder die Motilität zu vermitteln. Der Trigeminus vermittelt beide Functionen. Es dürfte also der doppelte Ursprung eine entsprechend zweckmässige Bedeutung besitzen. Dafür spricht auch der Umstand, dass sonst z. B. im Auge oder in der Zunge beide Functionen durch zwei verschiedene, also aus zwei verschiedenen Wurzeln hervorgehende Nerven, die sich im weiteren Verlaufe verbinden, ausgeübt werden. Betrachtet man nun die Rückenmarksnerven, welche sowohl Empfindung als Bewegung bewirken, so gleichen sie in ihrer Function entweder je zwei aus verschiedenen Hirntheilen entspringenden Hirnnerven, die untereinander Verbindung eingehen oder

dem Trigeminus, welcher eine doppelte Wurzel besitzt. Letzterem gleichen sie mehr wegen ihres anatomischen Verhaltens, d. h. ihres Ursprungs aus zwei Wurzeln, einer vorderen und einer hinteren. Wie bei diesem dürften beide Wurzeln verschiedene functionelle Bedeutung besitzen, da sie ja aus Strängen hervorgehen, die in letzter Linie mit verschiedenen Hirntheilen zusammenhängen, denn die Vorderstränge lassen sich bis zu den Grosshirnschenkeln, die Hinterstränge bis zu den Kleinhirnschenkeln verfolgen. Um nun zur Erkenntnis zu gelangen, welcher Function die vordere und welcher Function die hintere Wurzel dient, könnte man die Erwägung zu Hilfe nehmen, dass diejenigen Nervenwurzeln, welche in der Reihe der motorischen Hirnnerven wurzeln (z. B. Oculomotorius, Abducens etc.) liegen, motorische Wurzeln sind, woraus sich ergäbe, dass eben die vorderen Rückenmarkswurzeln die Bewegungsfasern entsenden.

Ein anderer, aber verwandter Weg der anatomischen Conjectur hätte sich an die auffallende Aehnlichkeit der Rückenmarksnerven mit dem Trigeminus halten können in Berücksichtigung, dass jene seiner Aeste, welche aus den hinteren Wurzeln hervorgehen und durch das Ganglion Gasseri verlaufen, der Sensibilität dienen, während der dritte aus der vorderen Wurzel entspringende, das Ganglion nicht durchziehende Ast eine motorische Function besitzt. Beide Schlussarten hätten aber auf Annahmen basirt, die wenigstens im ersten Decennium des 19. Jahrhunderts noch nicht erwiesen waren, nämlich entweder auf der Annahme, dass es rein motorische Hirnnerven gebe, oder dass die zwei ersten Trigeminusäste rein sensibel sind. Nun glaubten aber bis Bellinghieri (1818) und Ch. Bell (1821) die besten Forscher, dass Trigeminus und Facialis in gleicher Weise der Sensibilität und Motilität des Antlitzes vorstehen.

Eine entscheidende Lösung konnte nur das Ex-

periment bringen, insoferne es die Function der Rückenmarkswurzeln oder des Trigeminus, resp. seiner Aeste oder beides unzweifelhaft klarlegte. Der Versuch, allein durch Conjectur zum Resultat zu kommen, konnte nicht befriedigen; dagegen musste ein Experiment, welches im Hinblick auf den Trigeminus die **Nervenwurzeln** zum Angriffspunkt der Untersuchung wählte, zum Ziele führen.

Diesen Weg als bahnbrechender Pfadfinder zuerst beschritten zu haben, bildet das unvergängliche, kaum genugsam zu würdigende Verdienst des Anatomen Charles Bell.

„Next considering that the spinal nerves have a double root, and being of opinion that the properties of the nerves are derived from their connection with the parts of the brain, I thought that I had an opportunity of putting my opinion to the test of experiment, if different endowments were in the same cord and held by the same sheath. On laying bare the roots of the spinal nerves, I found that I could cut across the fasciculus of nerves, which took its origin from the posterior portion of the spinal marrow, without convulsing the muscles of the back; but on touching the anterior fasciculus with the point of the knife, the muscles of the back were immediately convulsed“ [11]).

Diese denkwürdigen Sätze, welche Charles Bell (1774 bis 1842) im Jahre 1811 in seiner kleinen Schrift: „Idea of a new anatomy of the brain, submitted for the observation of the authors friends“ veröffentlichte, enthalten die erste Mittheilung einer Entdeckung, die ihren Urheber durch ungeahnte Tragweite für die ganze weitere Entwicklung der Physiologie einem Harvey gleichstellte; diese wenigen Zeilen, welche einen der fruchtbringendsten Haupt-

gedanken der neueren Physiologie, seine krystallhelle Realisirung, seine streng logisch gezogenen Consequenzen im bescheidenen Tone nüchterner Naturbeobachtung wiedergeben, heben sich fast vorwurfsvoll ab von dem äusserlich prunkhaften, innerlich leeren Phrasengeklingel, das leider zu allen Zeiten die Zeitgenossen für die unaufdringliche Schlichtheit des wahrhaft Grossen unempfänglich macht. Aufgebaut auf der einfachsten, seit längster Zeit stillschweigend angenommenen Prämisse, gestützt durch eine klare Experimentalerfahrung, enthalten diese Zeilen in lakonischer Kürze eine Wahrheit, welche das wissenschaftliche Streben eines unabsehbaren Zuges von emsigen Nervenphysiologen nicht zu beweisen vermochte, wiewohl sie eine dunkle Vorahnung des Sachverhalts erfüllte und sogar Ziel und Tendenz ihrer Arbeiten bestimmte. Durch die kühne wissenschaftliche That eines Mannes wurde Jahrhunderte alter Irrthum beseitigt, wurden die geistvollen Combinationen der Vorgänger zur Wahrheit gemacht [12]).

Den ursprünglichen Zweck der Bell'schen Untersuchungen bildete das Unternehmen, die Grundprincipien der Hirnlocalisation zu beweisen.

„Im Widerspruch zur herrschenden Lehre," sagt Bell in seiner „Idea of a new anatomy of a brain", „glaube ich, dass die einzelnen Theile des Gehirns verschiedene Functionen haben." Ferner meinte er, dass Gefühls-, Bewegungs- und vitale Nerven in ihrem ganzen Verlaufe von einander gesondert sind, obgleich sie zuweilen in einem Bündel vereinigt werden, und dass ihre Eigenschaften von den Organen des Gehirns abhängen, mit welchen sie auf verschiedene Weise verbunden sind.

Da Bell es zu schwierig hielt, diese Ansicht direct am Gehirn nachzuweisen, so versuchte er es indirect, nämlich am Rückenmark, indem er sich von folgenden Erwägungen leiten liess: Die Schenkel des Grosshirns lassen sich in das vordere,

die Kleinhirnschenkel in das hintere Rückenmarksbündel verfolgen. Es ist daher anzunehmen, dass man auf das Kleinhirn mittelst der hinteren Portion des Rückenmarks, auf das Grosshirn mittelst der vorderen einwirken kann. Die Verletzung des vorderen Theils erregt bei Versuchsthieren rascher Convulsionen, als die des hinteren Theils. Da ferner die Rückenmarksnerven mit doppelten Wurzeln versehen sind und die Eigenschaften der Nerven von ihren Verbindungen abhängen, so kann durch die Reizung oder Durchschneidung dieser Wurzeln der Nachweis erbracht werden, dass die Nerven mit verschiedenen Functionen begabt sind. In der That zeigte das Experiment, welches an einem frisch getödteten Kaninchen angestellt wurde, dass die Reizung des vorderen Rückenmarkstheiles und der vorderen Wurzeln (mit der Messerspitze) unmittelbar Muskelbewegung erregte, während die Reizung des hinteren Theiles oder Durchschneidung der hinteren Wurzeln keine Bewegung hervorbrachte. Daraus schloss Bell: Die vorderen Rückenmarksnervenwurzeln und der vordere Strang des Rückenmarks haben auf das Muskelsystem einen eigenen Einfluss, der den hinteren Wurzeln nicht zukommt, und folglich besitzt auch das grosse und das kleine Hirn seine eigene Verrichtung, da sich eben die Rückenmarksstränge dahin verfolgen lassen. Der Verlauf der Spinalnerven sei einfach, weil ihre doppelte Wurzel aus dem Rückenmark entspringt, von welchem ein Theil die Fortsetzung des grossen, der andere die Fortsetzung des Kleinhirns darstellt; bei den Hirnnerven hingegen sei die Vereinigung zweier oder mehrerer Nerven nöthig, weil sie aus Hirntheilen von verschiedener Function hervorgehen (Olfactorius, Quintus; Facialis, Quintus; Oculomotorius, Quintus).

Wie man aus dem Angeführten ersieht, sprach sich Charles Bell in Bezug auf die Function der Hinter-

stränge nicht sicher aus. Nachdem er einem Kaninchen die hinteren Wurzeln allein durchtrennt hatte, bemerkte er erhaltene Bewegungsfähigkeit, jedoch wagte er sich wegen der Schmerzen, die die Operation an und für sich bereitete, über den Grad der Empfindlichkeit nicht auszusprechen, welchen die Hinterstränge besitzen. Bevor er sich mit Sicherheit darüber äussern wollte, versuchte er das herrschende wissenschaftliche Dogma zu stürzen, welches lehrte: Ganglien (also auch die Intervertebralganglien) hemmen die Leitung der Empfindungsreize. Es galt ihm also, zu beweisen, dass es rein sensible, mit Ganglien versehene Nerven gebe. Diesem Unternehmen entsprachen die berühmten Versuche über die Wirkung der Trigeminus- und Facialisdurchschneidung, die bekanntlich zum ersten Male unwiderleglich das Functionsgebiet jedes der beiden Nerven abgrenzten. Es zeigte sich, dass gerade der mit dem Ganglion versehene Theil des Trigeminus den Empfindungsnerven des Antlitzes vorstelle. Dieses Resultat findet sich bereits im Jahre 1821 an mehreren Stellen mitgetheilt [13]).

Da auch von mehreren anderen Autoren bald nachher die wahre Function des fünften Hirnnerven erkannt wurde [14]), so stand wohl nichts mehr im Wege, die ursprünglich mehr vermuthungsweise geäusserte Ansicht, dass die hinteren Wurzeln und die Hinterstränge mit der Sensibilität in Verbindung stehen, positiv auszusprechen.

Der Umstand, dass Charles Bell im Zeitraum vom Jahre 1811—1822 über seine Entdeckung des Grundgesetzes aller Rückenmarksphysiologie nichts publicirte, ermuthigte andere Forscher, um so mehr als es manche Unklarheiten zu beleuchten galt, dem verdienten Manne die Palme zu entreissen; auch trug dazu bei, dass die englischen Physiologen, namentlich aber Charles Bell, eine grosse Abneigung gegen die Vivisection [15]) hatten, während französische Forscher

mit Eifer dem Beispiel Legallois' folgten und das Thierexperiment, wo es nur ging, heranzogen. Und es ist nicht zu leugnen, dass erst im Wettstreit späterer Forscher volles Licht über die Wirkungsweise der Hinterstränge und der hinteren Rückenmarkswurzeln ergossen wurde[16]). Längere Zeit hindurch schien das Bell'sche Gesetz in Folge falscher Deutung der Thierversuche höchst zweifelhaft, ja sogar unrichtig, bis Johannes Müller die Widersprüche zu versöhnen wusste. Die falsche Deutung des Thierexperiments hatte ihre Quelle darin, dass man die Reflexvorgänge von den Empfindungsäusserungen nicht zu trennen und die Erscheinung der „rückläufigen Sensibilität“ nicht zu beurtheilen wusste. Daher kam es, dass man zeitweise den Hintersträngen und den hinteren Wurzeln motorische Natur zuerkannte. Es ist unleugbar, dass Magendie in der Ergänzung des Bell'schen Gesetzes sehr viel leistete[17]), obzwar er anfangs viel Verwirrung in die Forschung brachte. Völlig ungerechtfertigt aber war es, dass er im Jahre 1822 seine Versuche und seine Resultate als etwas völlig Neues hinstellte. Die Literaturunkenntnis des geschichtsfeindlichen Magendie kann kaum zu entschuldigen sein, wenn man erwägt, dass John Shaw, der Schwager und Schüler Ch. Bell's 1821 die Versuche des Letzteren zu Paris in Gegenwart Magendie's demonstrirte und seine Schrift, in welcher auf Bell's Experimente hingewiesen wird, überreichte, noch mehr, dass Burdach und v. Baer schon im Jahre 1818 die Bell'schen Versuche wiederholten! Die Geringschätzung nicht bloss der alten, sondern auch der zeitgenössischen Literatur äusserte Magendie mehr als einmal in praktischer Bethätigung[18]). — Zu den Ersten, welche Bell's Angaben nachprüften (1818 und 1826), gehörten, wie eben erwähnt, v. Baer und Burdach[19]), welche in ihren an Fröschen angestellten Versuchen zu einem ganz anderen Ergebnis kamen: Reizung der hinteren

Wurzeln erregte Zuckungen, Durchschneidung derselben hatte „Welkheit und Lähmung“ der Extremitäten zur Folge; nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln war die Lähmung allerdings stärker, aber die gelähmten Glieder zeigten auch keine Empfindung.

Nachdem Magendie's Journal de physiologie expérimentale den Ruhm seines Herausgebers in der wissenschaftlichen Welt zu verbreiten begonnen hatte, fehlte es bald nicht an Publicationen, welche die neue Entdeckung verwarfen oder bestätigten. Zu diesen zählten die Arbeiten von Beclard und Descot, Herbert May, Fodéra[20]), Bellinghieri u. A. Am merkwürdigsten war die Arbeit Bellinghieri's[21]), welcher auf Grund seiner Thierversuche zu dem Ergebnis kam, dass die graue Substanz des Rückenmarks nur die Empfindung leitet[22]), während die weisse Substanz durchwegs auch motorisch wirkt, und zwar sollten die vorderen Stränge und vorderen Wurzeln die Beugung, die hinteren Stränge und hinteren Wurzeln neben der Empfindung die Streckung der Glieder verursachen.

Obzwar Bell's Lehrsätze durch die nachfolgenden Experimentalphysiologen, durch die Befunde der pathologischen Anatomen, durch die Degenerationsmethode (Waller's Gesetz) theils Beschränkung, theils Erweiterung und Vertiefung fanden, und erst nach der Entdeckung der reflectorischen Beziehungen der hinteren Wurzeln auf die Erregung der vorderen (Johannes Müller, Marshall Hall) in ihrer wahren Bedeutung erschienen, so vermochte doch aller Fortschritt das Grundgesetz des grossen Forschers (die vorderen Spinalnervenwurzeln enthalten die motorischen, die hinteren die sensiblen Fasern) nicht umzustossen. Durch die Entdeckung dieses Gesetzes wurde nicht allein die lang geahnte[23]) Existenz motorischer und sensibler Nerven erwiesen, die endliche Ana-

lyse der Reflexvorgänge (Marshall Hall 1883) ermöglicht, es wurde die Physiologie des Rückenmarks aus mehr als tausendjährigem Schlummer zu neuem Leben erweckt und entwicklungsfähig gemacht. Diese Errungenschaften, welche alle auf den grossen englischen Anatomen zurückzuführen sind, stempeln seine Leistung zu einer der bedeutendsten, der sich die Geschichte unserer Wissenschaft rühmen kann, erschöpfen aber nicht das ganze Verdienst des seltenen Mannes. Wir sagten oben, dass den Ausgangspunkt des Bell'schen Gedankengangs die Vorahnung des Localisationsprincipes bildete, und wir glauben nunmehr mit Recht hinzufügen zu dürfen, dass Ch. Bell diesem Principe durch seine Forschung, soweit es das Rückenmark betrifft, zum Siege verholfen, dass er durch seine grundlegenden Arbeiten aber auch dem fast erlöschenden Gedanken an eine Localisation der Functionen im Gehirn die dauerndste Stütze gab.

---

[1]) De partibus corporis humani.

[2]) De administr. anat. cap. 1. — De methodo medendi. — De locis affectis. Lib. I, cap. 6; Lib. III, cap. 14; Lib. IV, cap. 5, 7.

[3]) Burdach (Vom Baue und Leben des Gehirns. III, p. 394) ist noch im Jahre 1825 der Ansicht, dass jeder Nerv, ohne Ausnahme, Empfindung und Bewegung vermittelt. Selbst der Sehnerv, sagt er, bestimmt Bewegung, aber da sein peripheres Organ derselben unfähig ist, nicht in diesem, sondern in dem des dritten Nerven. Die centripetale Leitung der sensiblen, die centrifugale der motorischen Fasern wurde erst nach den Reizungsversuchen der durchschnittenen Wurzeln erkannt.

[4]) J. G. Zimmermann, Von der Erfahrung in der Arzneykunst. Zürich 1787, p. 419. — C. P. Moritz, Magazin f. Erfahrungsseelenkunde. Berlin 1783, 8. Bd. — Cullens, Anfangsgründe der praktischen Arzneyk. Deutsch übersetzt. Leipzig 1789, 3. Bd., p. 108. — J. D. Brandis, Versuch über die Lebenskraft. Hannover 1795. — etc.

[5]) K. A. Steifensand, Ueber die Sinnesempfindung (Crefeld 1831), p. 30.

[6]) Treviranus, Physiologische Fragmente. I, p. 219. — Reil's Archiv f. d. Phys. Bd. I, Heft 2.

[7]) De corp. human. fabrica. Francof. 1794—1801, Tom. II.

[8]) De structura nervorum tractatus anatomicus. Viennae 1779. Diese Stelle war es, die Ch. Bell inspirirte und den Gang seiner Untersuchung bestimmte.

[9]) Archives of universal science. III, July 1809.

[10]) Vorausgesetzt muss hier werden, dass bis Bellinghieri (1818) und Ch. Bell (1821) allgemein geglaubt wurde, dass Trigeminus und Facialis die gleiche Function besitzen, also sowohl die Sensibilität als auch die Motilität vermitteln.

[11]) Idea of a new anatomy of the brain. London 1811. Vide: The nervous system of the human body. London 1830. Deutsch: Ch. Bell's physiologische und pathologische Untersuchungen des Nervensystems. Von M. H. Romberg. Berlin 1832.

[12]) Ch. Bell kam durch Beobachtungen der anatomischen Verhältnisse zu seinen Ergebnissen; die wenigen Versuche, welche er unternahm, hatten in seinen Augen nur secundäre Bedeutung, er verwahrt sich gegen das Lob, als ob seine Versuche für den Nutzen der Experimente sprächen; sie seien nur Folgerungen aus anatomischen Studien. — An dieser Stelle wollen wir Ch. Bell's Ansicht über die Entwicklung der alten Nervenphysiologie anführen: „Werfen wir noch einmal unseren Blick auf die vom Gehirn und den Nerven gültigen Ansichten, so sehen wir eine Theorie von den griechischen Aerzten bis zu Willis und von dessen Zeiten bis auf die neuesten mit wenigen Abänderungen fortbestehen. Das Gehirn wird als Absonderungsorgan des Nervenfluidums betrachtet und die Nerven als dessen Leitungsröhren. Zu allen Zeiten ist das Gehirn als Sitz des Sensorium commune angenommen worden, und sämmtliche Nerven hielt man für fähig, die Empfindung zu leiten, ausgenommen die mit Ganglien versehenen. Diese betrachtete man wie vom Gehirne abgeschnitten, nannte sie vitale Nerven und glaubte, dass sie weder Bewegung noch Gefühl vermitteln können. Allein unter dem Scheine der Einfachheit sind in dieser Lehre so viele Irrthümer zusammengehäuft, wie sie kaum in der Geschichte einer anderen Wissenschaft angetroffen werden". (Deutsche Uebersetzung, S. 176.)

[13]) Manual for the student of anatomy by J. Shaw (London 1821). — Journal de phys. expérim. 1821. Phil. Trans. 1821, 1822. Vergl. Ch. Bell's Phys. u. path. Unters. d. Nervensyst., S. 59. Der erste Vorgänger Bell's war Bellinghieri (De nervis faciei. Turin 1818), der erste Nachfolger Herbert-Mayo (Anat. and physiol. comment. London 1822).

[14]) Fodéra, Journal de phys. exp. 1823; Magendie ibid. 1824.

[15]) Dasselbe war in Deutschland der Fall, wo sich z. B. noch Rudolphi gegen die Vivisection erklärte.

[16]) Magendie und Joh. Müller.

[17]) Indem er an warmblütigen Thieren experimentirte (Müller an Fröschen) führte er nach wiederholten Widersprüchen zur Kenntnis der „rückläufigen Sensibilität", welche allerdings erst durch Schiff und Cl. Bernard erklärt wurde. Magendie stellte auch galvanische Reizversuche an, ebenso Müller.

[18]) Fodéra machte bereits 1822 bei einem Kaninchen die erste Durchschneidung des Quintus innerhalb der Schädelhöhle. Magendie beeilte sich im folgenden Jahre, seinen Namen dieser Operation anzuheften (Longet).

[19]) Burdach, l. c. III.

[20]) Journal de phys. expérim. 1823. Fodéra kam in seinem Rückenmarksexperimente noch zu folgenden interessanten Resulten: Nach wiederholten Reizen tritt schwächere Reaction ein (Erschöpfungsreaction). Durchschneidung des Rückenmarks erzeugt Motilitäts- und Sensibilitätslähmung in den abwärts gelegenen Theilen. Reizung der hinteren Extremität (nach dieser Operation) ruft Bewegung hervor, aber ohne dass das Thier davon Bewusstsein hat! Einseitige Durchtrennung bewirkte motorische Lähmung und Hyperästhesie auf derselben Seite, Hyperästhesie der entgegengesetzten Seite (1823).

[21]) De medulla spinali etc. Turin 1823.

[22]) Bekanntlich lehrten neuere Forschungen, dass die Leitung der Schmerzempfindung durch die hinteren Wurzeln und die graue Substanz stattfindet.

[23]) Ch. Bell sagte selbst, er wäre auf das Verdienst stolz, die Theorien der Alten mit den vollkommeneren Kenntnissen der neueren Anatomen in Einklang gebracht zu haben.

VI.

Kleinhirn- und Grosshirnexperimente.

Ob nicht Natur zuletzt sich doch ergründe.
Goethe.

Wie einst unter dem Einflusse der Willisianischen Theorie, so spielte auch im Beginne des 19. Jahrhunderts das Kleinhirnexperiment insofern eine hochbedeutsame Rolle, als es wiederum den Uebergang zu einer gewaltigen Aenderung der Anschauungen, der Methode, der Beobachtungsart und epikritischen Beurtheilung vorbereitete.

In der Willisianischen Epoche wurde dem Kleinhirn, das vorher als Sitz des Gedächtnisses galt, die Leitung der wichtigsten Lebensfunctionen zugeschrieben, am Kleinhirn feierte die experimentelle Gehirnphysiologie ihre ersten Triumphe, und man lernte allmählich nicht nur die Erhaltung des Lebens, sondern den Fortbestand oder die Vernichtung der Herz- und Athmungsthätigkeit in den Kreis der Beobachtung ziehen.

In den ersten Decennien unseres Jahrhunderts rief das Kleinhirnexperiment eine ebenso grosse Revolution hervor. Man erkannte, dass das Cerebellum einen ganz besonderen Einfluss auf die Bewegung ausübt, dass es mit den psychischen Lebensäusserungen nichts zu thun hat, dass Gross- und Kleinhirn in hohem Masse functionell differenzirt sind.

Die Methode wurde durch die entgegenstehenden Schwierigkeiten zu feineren Modificationen gezwungen und allmählich

in vortheilhaftester Weise umgestaltet. Die Beobachtung verschärfte sich zusehends, da man nicht mehr bloss auf die gröbsten Störungen der Motilität, Lähmung und Krampf, sondern bereits auf die exacte, harmonische Ausführung der Bewegungen zu achten begann. In der Beurtheilung der Versuchsergebnisse wurden mehr als früher technische Fehler in Rechnung gezogen.

Alle diese Verbesserungen der Forschung kamen der gesammten Nervenphysiologie zu Gute, und man geht kaum fehl mit der Behauptung, dass aus gleich oder ähnlich angestellten Experimenten in den verschiedenen Entwicklungsperioden mehr in Folge der geringeren oder grösseren Beobachtungsschärfe als in Folge der geringeren oder grösseren Exactheit der Methode höchst verschiedene Schlüsse gezogen wurden.

Die Erkenntnis, dass das verlängerte Mark mit der Athmung und Herzaction in einem gewissen Zusammenhange steht, dass das Rückenmark in gewisser Hinsicht die organischen Functionen regulirt, bewirkte, dass sich die Experimentalphysiologie nach Haller gerade das Kleinhirn am wenigsten zum Object ihrer Forschung wählte. Die Speculation wusste dafür diese Lücke um so reichlicher zu füllen, indem sie, auf morphologischen, vergleichend anatomischen oder pathologischen Gründen basirend, dem Cerebellum mancherlei Functionen andichtete. So glaubte der vielseitige italienische Anatom Malacarne (1744—1816), die grössere oder geringere Entwicklung der Geisteskräfte sei von der Anzahl der Blätter abhängig [1]), aus denen die Substanz des Kleinhirns sich zusammensetzt. Walker [2]) machte es zum Organ des Willens, Walther [3]) zum Organ der thierischen Triebe, Grohmann [4]) zum Sitz der Irritabilität und des Willens. Einige Autoren, beeinflusst von galvanischen Theorien, verglichen das Cerebellum mit einem elektrischen Apparat. Reil [5])

fand in dem schichtenweisen Aufbau von markiger und grauer Substanz ein Analogon zur elektrischen Batterie. Die peripheren Blätter sollten als Elektromotoren die Lebensgeister erzeugen, das Marklager als Collector wirken, in welchem sich die disponible Erregbarkeit sammelt, die Brücke zum Schluss der Kette dienen, das Tentorium den Leitungsapparat darstellen. Rolando[6]) (1773—1831) erklärte das Kleinhirn für analog den elektrischen Organen der Fische, da nach dem Anlegen eines Conductors heftigere Contractionen vom kleinen als vom grossen Hirn ausgelöst würden.

Manche von jenen Forschern, welche der Naturphilosophie anhingen, verglichen es mit einem Ganglion. Schönlein[7]) (1793—1864) z. B. erklärte das Kleinhirn für das aufgeblähte Hörganglion. Nach Carus[8]) (1789—1868) verhält sich das Rückenmark zum Gehirn wie ein Nerv, es müsse daher auch ein Ganglion haben, und dieses erscheine eben in Gestalt des Kleinhirns.

Eine andere Reihe von Autoren wieder brachte das Cerebellum mit der Herz- und Athmungsthätigkeit, mit den automatischen Bewegungen in Beziehung. Zu diesen zählten Ackermann[9]) (1765—1815), Döllinger[10]) (1770—1841), Eschenmayer[11]) (1768—1854). Ackermann erklärte es für das Werkzeug zur Erregung des Lebensprocesses in den automatischen Organen.

Nach Döllinger soll die „Höhle des Kleinhirns“ für das automatische Leben bestimmt sein. Eschenmayer suchte seine Annahme gar aus mathematischen Prämissen zu beweisen. Das Kleinhirn verhalte sich zum Grosshirn wie 1 : 8. Die Grundzahl der physischen Natur sei 1, die der organischen 2 und die der geistigen 3. Die physische Natur habe lauter Wurzelfunctionen, die organische quadrirende, die geistige cubirende. Nun verhalte sich das Kleinhirn zum Grosshirn wie Natur zum Geist, also wie die arithmetische Wurzel der

organischen Grundzahl 2, das ist 1, zum Cubus von 2, das ist 8.

Eine zusammenfassende Anschauung gab Burdach[12]) mit den Worten: „Das kleine Hirn ist das Mittelglied zwischen dem Rückenmark und dem grossen Hirn. . . . Es steht in einer näheren Beziehung zum Leben des Rumpfes, vorzüglich mit dem Herzschlage und den Geschlechtsfunctionen. . . . Das kleine Hirn empfängt die Eindrücke des Gemeingefühls und sämmtlicher Sensationen, welche sich aber in ihm noch nicht zu Vorstellungen gestalten, sondern allgemeine, unbestimmte subjective Affectionen bleiben. Verhältnismässig ist in ihm die Beziehung zur Irritabilität vorherrschend, vorzüglich aber wirkt in ihm der bewusstlose Trieb, welcher, aus dem pflanzlichen Seelenleben hervortretend, auf pflanzliche Weise zweckmässige Bewegungen hervorbringt, unter dem Einfluss des bewussten Willens aber zu dessen Zwecken die nöthigen Mittel in Bewegung setzt; darum wirkt denn das kleine Hirn auch stärker auf diejenigen Bewegungsorgane, welche von dem Willen und von den höheren Seelenthätigkeiten weniger bestimmt werden.“

Am bemerkenswerthesten war die Hypothese Gall's (1758—1828), welcher das Kleinhirn zum Sitze des Geschlechtssinnes machte. Diese Hypothese hatte bekanntlich langdauernden Bestand, weil sie sich auf einige anscheinend bestätigende pathologische Befunde stützen konnte. Es sei, abgesehen von dem Material, welches Gall selbst anführt, darauf verwiesen, dass Serres[13]) (1787—1867) später bei Apoplexien im Cerebellum Priapismus beobachtete, dass Ségallas (d'Etchepore[14]) bei seinen Versuchsthieren Erection bemerkte, wenn er ein Stilet ins Kleinhirn stiess. (Wurde das Instrument durch das Rückenmark bis in die Lumbargegend [!] gestossen, so erfolgte Ejaculation.)

Aus dem Reich der Speculation in das frucht-

bringende Gefilde der nüchternen Naturbeobachtung führte der durch seine anatomischen Leistungen bekannte Rolando mit seiner leider auch den meisten Zeitgenossen unbekannt gebliebenen Schrift: „Saggio sopra la vera struttura del cervello ed sopra le funzioni del sistema nervoso“ (Sassari 1809). Erst nachdem Flourens seine allwärts bekannten Versuche publicirt hatte, wiesen einige Anhänger Rolando's auf dieses Werk hin, um die Priorität desselben zu wahren, jedoch ohne dass dieser Zweck erreicht werden konnte [15]).

Rolando erhob das Kleinhirn zum Organ der willkürlichen Bewegung [16]). Die Gründe, welche ihn hiezu veranlassten, waren experimentellen Forschungen entnommen [17]).

Leitete er den galvanischen Strom (bei Vögeln oder Vierfüsslern) durch das Gehirn und den Körper, so erfolgten die stärksten Convulsionen, wenn eine Elektrode auf das Kleinhirn applicirt wurde. Nach Entfernung desselben (bei Schweinen, Schafen, Ziegen, Vögeln, Schlangen, Fischen etc.) erschienen die Versuchsthiere wie gelähmt, sie konnten sich kaum von der Stelle rühren und gingen auch meist wegen der mit seiner Methode unvermeidlich verbundenen Blutung in den vierten Ventrikel rasch zu Grunde [18]). Theilweise Zerstörungen oder blosse Verletzungen bewirkten ihrem Grade entsprechende Motilitätsstörungen, indem die Bewegungsfähigkeit zwar erhalten blieb, die Bewegungen aber unsicher. schwankend wurden, als ob sie nicht eigentlich willkürlich vollzogen würden.

Abgesehen davon, dass die Methode, der sich Rolando bediente, höchst mangelhaft und roh war (die Zerstörung oder Verletzung wurde von einer Trepanationsöffnung aus vorgenommen), lauteten seine Schlusssätze so unklar und unbestimmt, dass es Flourens nicht schwer wurde, seine Priorität

zu vertheidigen. Hervorzuheben aber ist immerhin die Thatsache, dass Rolando — wie übrigens französische Chirurgen lange vorher — auf die durch Kleinhirnläsionen hervorgerufenen Coordinationsstörungen aufmerksam wurde, jedoch nicht verstand, seine Resultate so präcis zu formuliren, wie es später Flourens that. Die Coordinationsstörung erschien ihm unter dem Bilde der Schwäche, Unsicherheit, Lähmung[19 20]).

Für die Fortentwicklung des Localisationsgedankens war es werthvoll, dass er auf die grosse Verschiedenheit der Functionsstörungen achtete, je nachdem das Gross- [21]) oder Kleinhirn verletzt wurde, denn durch die Klarstellung dieses Unterschieds wurde die Haller'sche Identitätslehre aufs Wirksamste bekämpft. Während die Versuchsthiere, denen das Kleinhirn verletzt worden war, die Herrschaft über die willkürliche Bewegung verloren, sonst aber keine auffällige Störung, namentlich im Gebiete des Psychischen, verriethen, verfielen jene Thiere, die ihres Grosshirns ganz oder theilweise beraubt wurden, einer grösseren oder geringeren Stupidität. Die verletzten Thiere behielten ihre Augen offen, sahen die Gegenstände, zeigten rege Spontaneität; die Thiere, denen das Grosshirn verletzt worden war, verhielten sich ganz anders. Ein Hahn z. B., dem zwei Drittel des Hirnmantels genommen worden waren, suchte zwar noch Futter, aber die Richtung der Bewegung war unsicher und wiederholt pickte er fehl. Eine Schildkröte bewegte sich nach Hinwegnahme einer Grosshirnhälfte nur selten oder nur in Folge starker äusserer Reize; eine andere, welcher das ganze Grosshirn exstirpirt worden war, schwamm kurze Zeit, setzte sich sodann auf den Boden und blieb zunächst unbeweglich; erst als man sie heraufzog, schwamm sie wieder, um dann neuerdings unterzusinken. Ein gleichermassen operirter Hai entfloh, verbarg sich hinter

einem Steine und blieb unbeweglich, solange er nicht gereizt wurde. Manche Versuchsthiere standen nach Entfernung der Grosshirnhemisphären unbeweglich, hielten sich aber aufrecht im Gleichgewicht, wenn sie gestossen wurden, verschluckten auch das ihnen eingestopfte Futter; sie liefen, ohne einer bestimmten Richtung zu folgen, rannten blindlings an Hindernisse an, reagirten, wenn sie sich erholt hatten, nicht auf Lärm oder andere sinnliche Reize (hingestreutes Futter). Besonders scharf beobachtete Rolando auch die Alteration des psychischen Lebens bei einem grosshirnlosen Raben. Er blieb ruhig wie im Schlafe, kein äusseres Object, selbst nicht die Gegenwart seiner schlimmsten Feinde, versetzten ihn in Zorn. Aehnliches sah er bei Fischen und Reptilien.

Weniger bemerkenswerth sind jene seiner Versuche, welche die Verletzungsfolgen bestimmter Gross- oder Mittelhirnabschnitte zum Gegenstand hatten. Die alte ungenaue Trepanationsmethode konnte zu keinen reinen Ergebnissen führen. Am werthvollsten bleiben diejenigen Experimente Roland's, welche lehrten, dass die Spontaneität, die Willkür, das Bewusstsein, an das Grosshirn gebunden ist, denn durch diese Experimente wurde die psychische Function des Gehirns auf dem Wege des Versuchs bewiesen und somit wiederum ein Gebiet der Speculation entrissen[22]. Erwägt man, dass lange vorher zu ähnlichen Schlussfolgerungen Gelegenheit vorhanden war, da seit Jahrhunderten Thiere, denen das Gehirn theilweise oder in seiner Gänze fehlte, in ihren Lebensäusserungen beobachtet wurden, so kann man unmöglich verkennen, welchen gewaltigen Fortschritt die Beurtheilung, die Beobachtungsart machte, ja dass der Hauptantheil des Fortschritts eben der letzteren zukommt. Was schloss Redi, was schloss Rolando aus der fortdauernden Bewegungsfähigkeit hirnloser

Schildkröten? Der Erstere sah nur das grobe Phänomen, dass die Motilität auch ohne Hirn bestehen könne, der Letztere achtete nicht nur auf die Bewegung, sondern auf die Art der Ausführung, auf die Zeichen, welche von Willkür und Spontaneität Kunde geben.

Unter der Nachwirkung Cartesianischer Anschauungen, die in den Thieren nur maschinenmässig handelnde Automaten erblickten, verfiel man gar nicht darauf, Alterationen der Psyche im Thierexperiment zu studiren. Wir sahen, dass z. B. La Peyronie aus diesem Grunde der experimentellen Physiologie gar nicht das Recht zuerkannte, über die Bedeutung des Corpus callosum zu entscheiden. So kam es, dass den psychischen Phänomenen der operirten Versuchsthiere keine Aufmerksamkeit zugewendet wurde und das ganze Gebiet der Speculation oder doch der Combination aus den Ergebnissen der vergleichenden Anatomie überlassen wurde. Die im Gegensatz zu den übrigen Hirntheilen zunehmende Grösse des Hirnmantels, die feinere Differenzirung der Oberfläche waren es vornehmlich, welche der Beobachtung nicht entgingen und die Ansicht bekräftigten, dass in den Hemisphären des grossen Hirns das Gesammterzeugnis der verschiedenen psychischen Momente hervortrete, eine Ansicht, die schon Prochaska vertrat. Auch die pathologisch-anatomischen Befunde verwiesen immer deutlicher auf die psychische Function der Grosshirnhemisphären. So zeigte Lallemand, dass bei Gehirnprocessen („Encephalitis") das Bewusstsein ungetrübt bleibt, wenn die krankhafte Veränderung nicht in den Grosshirnhemisphären ihren Sitz hat. Der Aufschwung der vergleichenden und pathologischen Anatomie trug vornehmlich dazu bei, dass das Experiment überflüssig erschien, um so mehr, als es bei der damaligen Methode den hochstrebenden Problemen nicht im Mindesten entsprechen konnte. Um Nutzen aus der Vivisection ziehen zu können,

musste erst die Fragestellung in einer Weise vereinfacht werden, wie es später durch Flourens geschah.

Die wenigen Experimentalforscher, welche vor Flourens auch die psychischen Functionen in den Bereich exacter Untersuchung rückten, erwarben sich daher ein grosses Verdienst, da sie die nüchterne Forschung mit ihren dürftigen Ergebnissen gegenüber den prunkenden naturphilosophischen Lehren, selbst gegenüber dem scheinbar alle Ansprüche befriedigenden Gall'schen System, hochzuhalten wussten und dadurch den Boden für die späteren grossen Errungenschaften ebneten.

An dieser Stelle sei auf den scheinbaren Antagonismus hingewiesen, der zwischen der Gall'schen Lehre und der experimentellen Hirnphysiologie besteht.

Gall selbst und Spurzheim[23]) verkannten den Werth des Experiments gänzlich, weil die damalige Methode ihren hochstrebenden Problemen nicht im Mindesten entsprechen konnte. Im Beginne der Erkenntnis einer neuen Wahrheit können nur extreme Mittel, Beweise, welche mit Maximis oder Minimis arbeiten, zum Ziele führen. Noch war das geistige Auge nicht so geübt, um im Thierversuch feinere Nüancen einer Störung zu erkennen. Und so kam es, dass ein Gall, ein Spurzheim, Männer, die den Sitz der höchsten geistigen Functionen in der Grosshirnrinde vermutheten, andere Methoden vorzogen, die rascher zu einem Resultate führten als die experimentelle, um so mehr, als damals von der letzteren für die Begründung und Realisirung der Localisationsidee keine Förderung zu erwarten war. In demselben Masse, wie die Chirurgie, pathologische und vergleichende Anatomie unaufhörlich, geradezu gebieterisch auf eine thatsächlich bestehende functionelle Differenzirung der einzelnen Hirnabschnitte hinwiesen, widersprachen die Ergebnisse der Experimente und liessen namentlich die Hirnrinde als einen sehr untergeordneten Theil erscheinen.

In demselben Jahre, als Sömmerring's „Organ der Seele" erschien, eröffnete Gall, der Vorläufer der modernen Hirnlocalisation, seine Vorlesungen zu Wien (1796). Ausgehend von der Schädel- und Gehirnbildung solcher Menschen und Thiere, die mit besonders hervorstechenden intellectuellen oder moralischen Eigenschaften behaftet waren, baute er sein bekanntes, viel verhöhntes System auf, welches zwar die grosse Wahrheit, dass in den Gehirnwindungen das materielle Substrat der Geistesthätigkeiten liege, enthielt, aber nicht so sehr durch seinen Inhalt als durch die vielseitigen Anregungen fruchtbringend wirkte. Gall's Verdienste, welche noch immer keine entsprechende Anerkennung gefunden haben, sind so mannigfach auf den Gebieten der Hirnanatomie (Nachweisung des faserigen Baues der Medullarsubstanz, Decussation etc.), Hirnphysiologie (Sprachcentrum im Stirnlappen), Kranioskopie, Criminalanthropologie etc., dass es den Gegenstand einer eigenen Abhandlung ausmachen könnte, um ihm nur einigermassen gerecht zu werden.

Es darf als ein Symptom erfreulichen Aufschwungs, als Symptom einer psychologischen Vertiefung der Gehirnphysiologie betrachtet werden, dass einzelne namhafte moderne Forscher in neuester Zeit seinen Werth hervorzuheben sich nicht scheuen, während man vordem von Gall's Wirksamkeit ein Zerrbild entwarf, ähnlich wie Laien die Lehre Darwin's mit der Verspottung der Abstammung vom Affen, das System Schopenhauer's mit der Kritik seines im vulgären Sinne aufgefassten Pessimismus beurtheilt und gewürdigt zu haben glauben. Gall's Lehre war keine einfache Erneuerung der alten Localisation der Seelenvermögen, da sie, wie kein System zuvor, die Bedeutung der Gehirnoberfläche für das geistige Leben klarstellte. Mag auch die ganze Lehre von den „Organen" für

nichtig erklärt werden, Gall's Localisation der Sprache in den Vorderlappen hat bleibenden Werth.

Welchen gewaltigen Fortschritt der Hinweis auf die Gehirnrinde ausmachte, lässt sich nur in Berücksichtigung des geschichtlichen Zusammenhangs ermessen. Fast alle Autoren vor Gall überschätzten vorzugsweise auf Grund experimenteller Ergebnisse die Bedeutung der Marksubstanz und verkannten den Werth der Rinde. Noch Treviranus meinte (1820), in dem Masse als die sensitive Sphäre die vegetative überwiegt, sei die Marksubstanz stärker entwickelt als die Rindensubstanz. Es liesse sich von Vieussens an, der Willis in dieser Frage gegenübertrat, eine lange Reihe von solchen Autoren anführen. Nur Wenige, wie Willis, verlegten geistige Fähigkeiten in die Rinde, oder localisirten daselbst die Motilität, wie Pourfour du Petit, Sabourant, Chopart.

So wie der anatomische Bau, so wurde auch die functionelle Bedeutung des Cortex am spätesten erkannt. Die Rinde galt als minderwerthiges Secretionsorgan. Gall war der Erste, der ausschliesslich die Rinde für die psychischen Thätigkeiten in Anspruch nahm und der Medullarsubstanz den Rang eines Leitungs-, eines Projectionssystems zuerkannte.

Stellt man nur einen Augenblick diese mit der modernen Wissenschaft gänzlich übereinstimmende Anschauung den Meinungen eines Haller oder gar eines Sömmerring gegenüber, wie blendend sticht die Leistung, das Verdienst Gall's hervor, der sich mit seltenem Scharfsinn aus dem Milieu seiner Zeit emporzuheben verstand, und die ausgetretenen Pfade seiner Vorgänger verlassend, eigene Wege wandelte. Man hat ihm vielfach den Vorwurf gemacht, dass er complexe Seelenthätigkeiten in eigene „Organe“ der Rinde verlegte, aber kehrte „man“ nicht in neuester Zeit zum Theil darauf zurück?

Gerade die Gegenüberstellung von Gall und Flourens lehrt aufs Deutlichste, zu welch falschen Ergebnissen oft die scheinbar exacte Physiologie führt. Wie viele Decennien mussten verfliessen, bis man mit dem Hilfsmittel des Experiments die functionelle Differenzirung der Gehirnrinde nachzuweisen verstand. Noch mehr als die Methode musste sich die Auffassungsweise verbessern. Flourens wusste nur in geringem Masse in die Tiefen der Thierseele zu leuchten, und doch erzielte er schon deshalb Resultate, welche diejenigen aller Vorgänger überstrahlten, weil er wenigstens die Störungen oder die Elimination der Sinnesthätigkeit und Bewegung bei Thieren schärfer beobachtete.

War dieser Fortschritt nicht zum Theil Gall zu danken, der Thier- und Menschenseele in gewisser Hinsicht gleichstellte und zur feineren Beobachtung des thierischen Lebens Anleitung gab? Achtete man doch vorher nur auf die gröbsten Störungen des organischen Lebens, und liess man doch das Psychische fast gänzlich ausserhalb des Beobachtungskreises. Nur zu leichtfertig erklärte man oft, dass durch diese oder jene Verletzung des Gehirns keine Veränderung bewirkt werde, weil man auf die feineren Aeusserungen des Seelenlebens, ja sogar der Sinnesperception zu achten gar nicht der Mühe werth hielt.

Trotz der Geringschätzung der experimentellen Methode unterliessen es aber Gall[24]) und Spurzheim[25]) dennoch nicht gänzlich, den Thierversuch hie und da anzuwenden, allerdings vorwiegend, um die Mängel der Methode recht deutlich vor Augen zu führen. Sie unternahmen sowohl Gross- als Kleinhirnversuche, die nicht jedes Interesses unwerth sind.

Bei Tauben und Hühnern, welche sie des grössten Theils der Grosshirnhemisphären (Abtragung bis zu den Ventrikeln)

beraubten, bemerkten sie anscheinenden Fortbestand der Sinneswahrnehmung. Die Vögel reagirten auf Geräusche und schienen auch des Sehvermögens, sowie der Bewegungsfähigkeit nicht verlustig geworden zu sein, hingegen suchten sie die Nahrung nicht spontan, sondern verschluckten nur in den Schnabel gestecktes Futter. In keinem Falle wurde wegen der Tödtlichkeit der Operation (bei ihrer Methode) das ganze Grosshirn entfernt. Gall und Spurzheim folgerten aus ihren Experimenten, dass nicht das ganze Gehirn zur Sinnesperception und willkürlichen Bewegung nöthig wäre; aber sie versagten sich, genauere Schlüsse über den Hirntheil zu ziehen, dessen Function beide ausmachen.

Die Kleinhirnversuche, über welche Gall nach der berühmten Publication Flourens' berichtete, waren von geringer Bedeutung, da sie nicht mit jener nöthigen Sorgfalt ausgeführt waren, welche ein so schwieriges Thema erforderte. Es gelang ihm nie, das ganze Cerebellum zu entfernen, ohne den sofortigen Tod wegen Mitbetheiligung der Oblongata zu bewirken. Das von Flourens gefundene Gesetz hinsichtlich der Coordinationsstörung wollte er nicht gelten lassen, vielmehr erklärte er den Mangel an Bewegungsharmonie, der sich nach Kleinhirnläsionen geltend macht, daraus, dass die Thiere zu Grunde gehen und sich nicht aufrichten können. Sie verlören die Bewegungsfähigkeit, weil sie zu leben aufhörten; der Fortbestand der Sinnesempfindung und der Intelligenzäusserungen bilde keinen Gegenbeweis, da derselbe auch in der Agonie bemerkt werde. Manche Experimente sollten auch direct den Flourens'chen Angaben widersprochen haben. Einer Taube z. B., welcher Gall das Cerebellum zerstört hatte, konnte nach vorwärts sowohl als auch nach rückwärts gehen, also regelmässige Bewegungen ausführen. So kam er denn zum Schlusse: „Ainsi tout s'accorde à prouver que l'idée que le cervelet est le balancier,

le régulateur des mouvements de translation, est bien plutôt une idée singulière qu'une véritable decouverte.“ Nicht das Kleinhirn, sondern die Oblongata trage zur Regelmässigkeit der Bewegung bei. Es spräche auch die vergleichende Anatomie und die Pathologie dagegen. Säugethiere besässen grössere Cerebella als die Fische, und doch führen erstere keine Bewegungen von grösserer Regelmässigkeit aus als letztere; die Frauen, welche ein kleineres Kleinhirn besitzen, müssten weniger Grazie als die Männer entwickeln. Absonderlich sei es auch, zwei verschiedene Organe anzunehmen, von denen eines die Bewegung leite, während das andere für die Coordination sorge; mit demselben Rechte müsste man auch ein Organ für die Perception der Gesichtsempfindung, ein zweites für die Regelmässigkeit dieser Function annehmen. Die Anatomie zeige, dass die Oblongata, nicht das Kleinhirn im Verhältnis zur Geschicklichkeit zunehme (Tiger, Pferd). Die Pathologie lehre, dass Berührung des Kleinhirns bei Menschen, denen es in einer Wunde blosslag, Schwindel, Syncope und Convulsionen auslöste. Was Flourens Coordinationsstörung nenne, sei nichts anderes, als eben Convulsionen. Mit grösserer Berechtigung erhob Gall gegen Flourens einen anderen Einwurf, indem er sagte, dass ein Hirntheil ausser den, durch das Experiment nachgewiesenen Functionen noch andere ausüben könnte; denn durch das Experiment allein wüsste man von den Grosshirnhemisphären bloss, dass in ihnen die höchste Centralisation des Seh- und Höracts zu Stande komme, aber durchaus nicht, dass in ihnen z. B. das materielle Substrat des Gedächtnisses liege. „Par l'ablation des hemisphères, la vision et l'ouïe se perdent, aurait-on raison, d'en induire que la vision et l'ouïe sont des fonctions spéciales ou toutes les fonctions spéciales des hemisphères? Si l'on ne savait pas d'avance que les animaux ont de la mémoire, comment jugerait-on que la même opération l'a détruite?“

Die Reizversuche, welche Gall anstellte, theils allein theils in Gemeinschaft mit Fodéra und Fossati, standen ebenfalls gegen die Flourens'schen weit zurück, da sie noch ganz die hergebrachte ungenaue Schablone zum Muster hatten. Reizungen der vorderen Vierhügel (mit Vermeidung der Oblongata) ergaben bei Kaninchen nicht die geringste Convulsion, wenn oberflächlich eingestochen wurde, wohl aber intensive Krämpfe bei tieferem Eindringen. Letzteres Resultat sollte aber lediglich durch die Mitreizung des verlängerten Marks bedingt sein. Im Gegensatz zu Flourens, der Krämpfe von der Oblongata und den Vierhügeln auslösen konnte, in noch schärferem Gegensatz zur Haller'schen Schule, welche der gesammten Marksubstanz Erregbarkeit zuschrieb, hielt Gall nur das verlängerte Mark für direct reizbar.

Obzwar Gall auf ganz anderen Gebieten als im Bereich der experimentellen Gehirnphysiologie Lorbeeren suchte und erwarb, so blieb sein Wirken sogar für die Fortentwicklung dieses Forschungszweiges nicht ohne Einfluss. Allerdings erstreckte sich dieser Einfluss weniger auf die quantitative Erweiterung, als vielmehr auf die Vertiefung des Wissens, auf die Beurtheilungsart experimenteller Ergebnisse. Durch seine scharfe und nicht immer unberechtigte Kritik regte er zu manchen Verbesserungen an und vereinigte in manchen Fragen die divergenten Resultate zur harmonischen Einheit.

Um die Erweiterung des Wissens über die Functionen des Kleinhirns bemühten sich zur Zeit Flourens' noch einige Autoren, unter welchen insbesondere Serres, Fodéra, sowie Foville und Pinel-Grandchamp hervorragen.

Serres[26]) ging noch ganz nach der alten Methode (Perforation) in seinen an Hunden oder Pferden angestellten Kleinhirnversuchen vor und wendete sein Hauptaugenmerk insbe-

sondere den merkwürdigen Zwangsbewegungen oder Zwangsstellungen zu, welche er ebenso wie die Chirurgen des 18. Jahrhunderts von contralateraler Lähmung ableitete. Bei allen seinen Versuchsthieren waren nebst einer Kleinhirnhemisphäre einer oder mehrere der zugehörigen Kleinhirnfortsätze verletzt, weshalb bogenförmige Krümmungen (mit der Convexität nach der gesunden Seite) oder Rollbewegungen (um die verletzte Seite) zu Tage traten. Als directe Folge der Kleinhirnverletzungen beobachtete Serres Gleichgewichtsstörungen, niemals aber Alterationen der Respiration oder Sensibilitätsstörungen. Letzteres Resultat ist deshalb ganz besonders hervorzuheben, weil so namhafte Forscher dieser Zeit, wie Foville und Pinel-Grandchamp[27]), auf Grund ihrer Versuche die alte Anschauung (Pourfour du Petit, Sabourant etc.) erneuerten, dass das Cerebellum den Sitz der Sensibilität darstelle. Sie bemerkten ferner nach der Reizung des Kleinhirns mittelst Höllensteins Beschleunigung der Herzthätigkeit. Serres erneuerte auch die alte Localisationstheorie Saucerotte's, indem er wegen der angeblichen Ueberstrahlung des Sehhügels in den Hinterlappen denselben mit der Bewegung der oberen Extremität, den Vorderlappen aber wegen der Ueberstrahlung des Streifenhügels mit der Bewegung der hinteren Extremität in Verbindung brachte. Derselben Anschauung huldigten Foville und Pinel-Grandchamp.

Auf die eigenthümlichen Bewegungsstörungen und Zwangsbewegungen bei gewissen Kleinhirnläsionen lenkte auch Fodéra[28]) durch eine grosse Zahl von Experimenten die Aufmerksamkeit. Er beobachtete, dass die Thiere meistens auf eine Seite fielen oder die Neigung zeigten, nach hinten zu stürzen; solche, die sich aufrecht hielten, hatten bisweilen merkwürdige Zwangsbewegungen (Scharrbewegung etc.). Tiefe Verletzungen einer Kleinhirnhälfte schwächten die Bewegung

oder verursachten sogar Lähmungserscheinungen, wenn die Kleinhirnschenkel oder die Corpora restiformia mitbetroffen waren. Ueber die Seite, welche durch Läsionen des Kleinhirns afficirt wird, ob die gleichnamige oder contralaterale, herrschte bekanntlich bis in die neueste Zeit Zwiespalt und Uneinigkeit, welche erst Luciani zu beheben trachtete.

Von Interesse sind die Experimente, die Foděra an Vögeln anstellte, denen das Cerebellum in grösserer oder geringerer Ausdehnung entnommen wurde. In die Luft geworfen, flogen sie anscheinend regelmässig, am Boden hingegen konnten sie sich nicht regelmässig bewegen oder selbstthätig aufrecht erhalten, Erscheinungen, welche in dem Masse zunahmen, als mehr vom Kleinhirn exstirpirt wurde. Im Gegensatz hiezu fand Fodéra, dass Kaltblüter, wie z. B. Frösche, auch nach der Durchschneidung der Kleinhirnschenkel normale Bewegungsfähigkeit besitzen.

Mit nicht unbedeutendem Erfolg dehnte dieser Forscher seine Untersuchungen auch auf die übrigen Gehirnabschnitte aus. Er überzeugte sich davon, dass das Grosshirn fast nirgends Empfindungsfähigheit verräth, denn weder nach Reizung noch nach Verletzung des Hirnmantels, des Balkens, des Streifen- oder Sehhügels gaben die Versuchsthiere Zeichen von Schmerz kund oder traten Krämpfe auf; hingegen beobachtete er solche bei Verletzung der Partie zwischen Sehhügel und Vierhügel, ebenso nach tieferen Einstichen in die Vierhügel. Viel heftigere Krämpfe und Schmerzäusserungen erfolgten aber, wenn die Oblongata gereizt oder verletzt wurde, und zwar um so mehr, als man sich dem Rückenmark näherte. Es sind dies Resultate, welche zum Theile mit denen Flourens' harmoniren.

Wie so manche Forscher vor ihm, kam auch Fodéra namentlich auf Grund von Compressionsversuchen zum Schlusse, dass eigentliche Betäubung nur durch Druck auf die Oblon-

gata hervorgerufen werde, und dass das verlängerte Mark, dessen Affectionen Convulsionen, Tetanus, Lähmung oder Betäubung bewirken, den lebenswichtigsten Hirnabschnitt bilde: „La moëlle allongée est donc la partie la plus essentielle de l'encephale."

Anschliessend dürfen wir es nicht unterlassen, hervorzuheben, dass Fodéra zwei wichtige Gesetze der Experimentalphysiologie erkannte, deren Unkenntnis zu manchen Fehlschlüssen der Vorgänger geführt hatte. Es waren dies erstens das Gesetz von der Erschöpfbarkeit, d. h. dass auf Wiederholung desselben Reizes schwächere Reactionen erfolgen; zweitens das Gesetz, dass die Versuchsphänomene in sehr hohem Grade vom Alter der Versuchsthiere abhängen. Bei jungen, namentlich neugeborenen Thieren seien die Folgen der Verletzungen geringfügiger und könnten sich viel leichter, selbst bis zum völligen Verschwinden wieder ausgleichen. So bemerkte Fodéra z. B. bei zweitägigen Hunden nach Abtragung des Gehirns fast gar keine Bewegungsstörung, nach Verletzung der Oblongata kaum Krämpfe, sondern nur eine gewisse Irregularität der Bewegung. In noch höherem Grade machte sich das Gesetz bei Läsionen des Rückenmarks bemerkbar. Halbseitige Durchtrennung des Lendenmarks bewirkte bei neugeborenen Katzen keine Aufhebung der Bewegungs- und Empfindungsfähigkeit des entsprechenden Beines. In Consequenz solcher Beobachtungen meinte er, dass Föten trotz mangelhafter Entwicklung des Centralnervensystems lebensfähig werden können, wie man es thatsächlich bei gänzlichem Mangel des Rückenmarks häufig bemerkt hatte. Dementsprechend würden auch von niederen Thieren (z. B. Fröschen) Verletzungen leichter ertragen, und es trete bei denselben nach Läsionen des Rückenmarks (wenn dasselbe nur nicht gänzlich vernichtet ist) viel leichter Restitution der Functionen auf. Stach Fodéra Frö-

schen eine Nadel in das Rückenmark, so wurden die entsprechenden Muskeln anfangs paralytisch, reagirten aber schon nach einer Stunde auf Reize und erlangten sogar spontane Bewegungsfähigkeit.

Die interessantesten Versuche über die Bedeutung des Gehirns für die Bewegung und Empfindung unternahm am Schlusse dieses Zeitraums Magendie[29]), der Begründer der exacten Physiologie. Obzwar dieselben eigentlich nicht mehr in den Rahmen unserer Darstellung gehören, so wollen wir doch einige ihrer Ergebnisse deshalb anführen, weil sie theils den Flourens'schen Resultaten widersprechen, theils neue Gesichtspunkte der Forschung eröffneten. Flourens leugnete bekanntlich, dass das Grosshirn einen directen Einfluss auf die Bewegung besitzt, und behauptete, dass die Hemisphären lediglich den Sitz der Empfindung, des Denkens und des Wollens bilden. Magendie war auf experimentellem Wege zu einer anderen Meinung gelangt. Seine ersten Erfahrungen führten ihn zur Annahme, dass die Entfernung der Grosshirnhemisphären ein ungestümes Vorwärtslaufen der Thiere bewirkt, ohne dass dieselben Hindernisse wahrnehmen. Im Jahre 1823 publicirte er jedoch Versuchsergebnisse, aus denen hervorgehen sollte, dass schon die alleinige Zerstörung der Streifenhügel das Laufphänomen verursache, denn Entfernung des Hirnmantels und des Balkens ohne Mitbetheiligung der Streifenhügel producirte die Erscheinung nicht. Die Wegnahme eines Corpus striatum liess die Thiere im Besitz ihrer Bewegungsfähigkeit, sobald aber beide von den Sehhügeln abgetrennt worden waren, stürzten die Thiere nach vorne und flohen, wie von einer unüberwindlichen Macht angetrieben. Das Gleiche erfolgte, wenn Magendie die Streifenhügel mittelst Antimon zerstörte[30]). Es entging ihm zwar nicht, dass auch die Zerstörung der Sehhügel Bewegungsstörungen veranlasste, jedoch schienen ihm dieselben viel

geringfügiger. Endlich erkannte er, und dies ist wohl das Bemerkenswertheste an seinen Entdeckungen, dass die corticomusculäre Bahn die eigentliche Hauptrolle in der Bewegungsleitung spielt. „J'ai vu courir et se diriger à volonté des jeunes lapins auxquels j'avais enlevé la matière gris des corps striés, la moitié supérieure des couches optiques, et les quatre tubercules quadrijumeaux. Mais je n'avais point intéressé la matière blanche fibreuse, qui rayonne depuis les pyramides jusqu'aux hémisphères. Il paraîtrait que c'est surtout dans cette partie du cerveau que résident les propriétés relatives aux mouvements."

Während Rolando und Flourens die Abtragung der Grosshirnhemisphären für einflusslos auf die Bewegung erklärten, folgerte Magendie, dass die Stabkranzfaserung, resp. die innere Kapsel von höchster Bedeutung für die Locomotion sei. Jedoch meinte er (im Gegensatz zur heutigen Lehre), dass von der den Streifenhügeln benachbarten weissen Substanz der Antrieb zur Vorwärtsbewegung ausgehe, eine Ansicht, die schon damals von Cazauviehl und Cruveilhier bekämpft wurde.

Im Jahre 1824 berichtete Magendie auch über Kleinhirnversuche, welche einerseits Anhaltspunkte für die Beurtheilung der nach Läsionen des Cerebellums beobachteten Zwangsbewegungen boten, andererseits der Flourens'schen Lehre widersprachen. Er sah nämlich (bei Kaninchen) bisweilen trotz der Exstirpation die Bewegungsfähigkeit erhalten, ja selbst die Bewegungen regelmässig vollzogen. Interessant ist es auch, dass er bereits auf das Ausbleiben der Coordinationsstörungen nach symmetrischer oder medianer Zerstörung des Kleinhirns aufmerksam machte. Wurden die Kleinhirnschenkel beiderseits durchtrennt, so kam es nicht zur Rotationsbewegung, wie sie in

Folge einseitiger Durchschneidung beobachtet wurde. Wurde das Kleinhirn in der Mitte durchtrennt, so schien das Versuchsthier zwischen zwei Kräften zu schwanken; in dem Masse, als es nach einer Seite zu schwanken drohte, wurde es nach der anderen Seite hingedrängt, so dass es in Balance blieb, woraus er schloss, dass nur die Integrität des Kleinhirns dauerndes Gleichgewicht erhalte. Nach medianer Durchschneidung beobachtete er auch Nystagmus beider Augen: „Ils semblaient sauter dans l'orbite."

Magendie, der mit Ausnahme der Gesichtsempfindung eine centrale Localisation der Sinnesthätigkeiten im Grosshirn leugnete, darf auch gewissermassen als Nestor derjenigen Forscher betrachtet werden, welche die Degenerationsmethode anwendeten. Machte er die Cornea eines Auges undurchsichtig, so fand sich bei Vögeln der Sehnerv des erkrankten Auges in atrophischem Zustande bräunlich verfärbt vor, und auch der entsprechende Vierhügel zeigte sich in seinem Volum auffällig verkleinert.

Die Betrachtung der späteren Versuchsresultate Magendie's[31]) und anderer oben erwähnten Autoren fällt nicht mehr in die Grenzen unseres Themas. Es handelte sich uns nur darum, in dieser Skizze mit Nachdruck dem noch sehr verbreiteten Vorurtheil zu begegnen, dass Flourens mit seinen Gross- und Kleinhirnexperimenten, ohne Vorgänger und Mitarbeiter dastehend, der wissenschaftlichen Welt eine völlige Neuschöpfung bot. Das grosse, unleugbare und unauslöschbare Verdienst Flourens' liegt in der unvergleichlichen Verbesserung der Experimentalmethodik und in der Aufstellung des Begriffs der Bewegungscoordination. Dass er Anregung durch das Studium der Forschungen seiner Vorgänger, namentlich der Hallerianer und der französischen Chirurgen empfangen, dass er aus den Fehlern und Widersprüchen derselben lernte,

dass er auch dem Ideenkreise seiner mitstrebenden Zeitgenossen Vieles verdankte, vermag kein Kenner der einschlägigen Literatur zu leugnen, wenn er auch anfangs von dem grössten seiner näheren Vorgänger, Rolando, gänzlich unbeeinflusst geblieben war.

Die Verbesserung der Operationsmethode, welche Flourens ersann, bildete die nothwendige Reaction gegen die Fehler der Vorgänger. An die Stelle der Trepanationsmethode, welche dadurch, dass man oft blindlings einstach, die tieferen Hirntheile unbeabsichtigt mitverletzte, völlig falsche oder doch ungenaue Resultate ergab, trat die Methode der Freilegung, Isolirung und Abtragung ganz bestimmter Hirntheile. Während man früher die Verletzung angrenzender Hirnabschnitte, das Auftreten von Blutungen, die Compressionswirkungen für ziemlich gleichgültig betrachtete, lehrte Flourens, dass nur scharfe Umgrenzung des Objects, Uebersehbarkeit der bedingenden Umstände, pedantische Reinheit der Operationsart zu einfachen, unanfechtbaren Ergebnissen führen können, dass Blutungen möglichst vermieden oder die Folgewirkungen der Extravasate doch als nicht mitzählende Factoren aus dem Resultat ausgeschieden werden müssen, dass auch die Länge der Beobachtungszeit nicht ohne wesentliche Bedeutung für Qualität und Intensität der Ausfallssymptome ist.

Man wusste vorher aus dem Complex der Phänomene, wie sie die Klinik bot, nicht jene einfachen Gleichungen auszuschälen, welche allein der Analyse damaliger Physiologie zugänglich waren, man gab sich über das, was bekannt schien, nicht genügend Rechenschaft und operirte mit unbekannten Grössen wie mit bekannten, man wollte die höchsten Probleme lösen, ohne die erste Stufe erklommen zu haben, die zur rationellen Wissenschaft führt: die exacte Fragestellung.

Flourens' Wirksamkeit überstrahlte deshalb so sehr die seiner Vorgänger und Zeitgenossen, weil er die Experimentalphysiologie des Centralnervensystems durch Neuschaffung der Methode, durch neue Formulirung der Fragestellung von Grund aus reformirte und klar gefasste Ideen durch reine Thatsachen zu begründen trachtete. Flourens selbst verstand es in seiner epochemachenden Schrift („Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux", 1824, 2me édition 1842) die Scheidepunkte zwischen seiner Forschungsart und den Leistungen der früheren Autoren in scharfer Kritik so eingehend und umfassend hervorzuheben, dass wir auf dieselbe einfach verweisen können. In dem Referate aber, welches Cuvier im Auftrag der Akademie (1823) abstattete[32]), findet sich ein sehr bemerkenswerther Hinweis auf das Hauptmoment, welches Flourens erst ermöglichte, den gewaltigen Aufschwung der Forschung herbeizuführen. Dieses treibende Moment lag in der ungeahnten Entwicklung der Hirnanatomie, welche sich seit Haller durch die rege Arbeit deutscher, französischer und italienischer Autoren vollzogen hatte. Es sei nur auf die unvergänglichen Leistungen eines Sömmerring, Malacarne, Vicq d'Azyr, der Brüder Wenzel, Cuvier, Burdach, Carus, Tiedemann, Rolando, namentlich aber auf die bahnbrechenden Forschungen von Gall und Spurzheim verwiesen. Man lernte allmählich den feineren Bau des Gehirns auf makroskopischem und mikroskopischem Wege kennen, man schuf sich durch strebsame Detailforschung auf vergleichend anatomischem Gebiete, durch eifrige Verwerthung pathologischer Befunde ein klares Bild und gelangte immer mehr zur Auffassung, dass das Organ, welches man in der Haller'schen Periode in roher Weise als ein grosses, homogenes Ganze betrachtet hatte, aus wesentlich differenzirten, in mehr oder weniger complicirtem Zusammenhang stehenden Theilen aufgebaut ist.

Von besonders weittragender Bedeutung war es auch, dass man die Markmasse, deren Rolle allzu sehr überschätzt worden war, als Leitungssystem erkannte, wodurch die moderne Lehre über das sogenannte Projectionssystem vorbereitet wurde. Diese Umwälzung veranlasst zu haben, bildet das grosse Verdienst Gall's, welcher wie keiner zuvor den Bau der Medullarsubstanz zu zerlegen verstand.

Die verbesserte anatomische Methode rief geradezu gebieterisch eine Verbesserung der experimentalphysiologischen Methode hervor, d. h. in dem Masse, als man die morphologischen Differenzen im Hirnbau erkannte, wurde man zu einer entsprechenden Isolirung der einzelnen Hirntheile im Experimente gedrängt, und darin lag das Geheimnis der Erfolge Flourens'. Die Arbeiten der Anatomen, namentlich Gall's, bildeten das Piedestal für die Physiologie Flourens'. Hätte man über der Kritik der Gall'schen Organlehre die Forschungen Gall's über den Bau der Hirnrinde mehr gewürdigt, so wäre vielleicht auch die Entdeckung der erregbaren corticalen Centren früher erfolgt! Bekanntlich verschuldete das hohe Ansehen, in dem Flourens' Resultate standen, einen nahezu fünfzigjährigen Stillstand des Fortschritts im Sinne der Localisationsidee, da dieselben zwar eine functionelle Differenzirung des Grosshirns, Kleinhirns, Mittelhirns, Nachhirns nachwiesen, aber andererseits den Hemisphären des Grosshirns eine durchgehende physiologische Gleichwerthigkeit zusprachen.

Ausser der Verbesserung der Methode erwarb sich Flourens noch ein ausserordentliches Verdienst durch die Festsetzung und Verwerthung des Begriffs Bewegungscoordination, eines Begriffes, der für das Verständnis der Thätigkeit des Centralnervensystems von grösster Bedeutung wurde und sich würdig den Begriffen der Projection (zum

Theil seit Willis bekannt), Reflexion (Cartesius, Unzer, Prochaska u. A.), Association (Bonnet) an die Seite stellte. Wenn Flourens diesen Begriff auch zuerst in voller Klarheit aufstellte und zur Grundlage der Beurtheilung der Kleinhirnfunction machte, so lassen sich doch, abgesehen von älteren Autoren, die hier selbstredend weniger in Betracht kommen, bei zeitlich näher liegenden Physiologen Anklänge finden, die direct oder indirect mit dem Gedanken Flourens' in Connex stehen; denn auch die Leistungen des grössten Genies unterliegen dem Einflusse des Milieus. Wir begnügen uns, nur auf Legallois und Bell hinzuweisen. Der Erstere bemerkte gelegentlich der Schilderung der Reflexbewegungen enthaupteter Kaltblüter, dass in vielen Fällen, wo dieselben fortfuhren, ihre Bewegungen zu lenken, der hintere Theil des Gehirns noch am Rumpfe haftete, und meinte daher, in diesem noch erhaltenen Theile, also der Oblongata, „habe das Vermögen der Thiere, ihre Bewegungen zu ordnen, seinen Sitz“[33]). Bell wiederum kam bei seinen Untersuchungen über die Respiration, die ihn bereits zur Annahme eines Respirationscentrums im verlängerten Mark führten, auf die Idee, dass die Muskeln, resp. Nerven, welche die Athmung vermitteln, durch ein einigendes Band, durch innige Sympathie zu einer einheitlichen Action verbunden sind, und meinte, auch die willkürlichen Muskeln stünden mittelst ihrer Nerven in einer gewissen „Association“; denn mache man z. B. am Rückenmark Reizversuche, so werde ebenfalls eine gewisse Verbindung in der Bewegung der vier Extremitäten sichtbar. Wie die Muskeln der Gliedmassen, so würden die Muskeln der Respiration, obgleich entfernt von einander gelegen, zu einer gleichzeitigen Action verbunden, mit dem Unterschiede, dass dort nur eine Bewegung auf jede Application des Reizes erfolgt, hier aber, nachdem die Respiration einmal angefacht ist, eine regel-

mässige Succession von Bewegungen stattfindet etc.[34]). Aus diesen Bruchstücken erhellt wohl unzweifelhaft, dass auch die Idee der Bewegungscoordination ihre Quellen bei zeitgenössischen und älteren Autoren hat, wenn auch Flourens seine Priorität in dieser Hinsicht mit demselben Rechte wie gegenüber Rolando wahrte, ein Recht, das allerdings schwerer zu bestreiten sein mag, als dasjenige, welches Magendie gegenüber Bell in Anspruch nahm. Unkenntnis der contemporären und älteren Literatur bietet leider eine schützende Freistätte!

Die Grosshirn- und Kleinhirnexperimente dieses Zeitraums erreichen zwar selbst auf ihrer höchsten Entwicklungsstufe, wie sie Flourens' und Magendie's Leistungen repräsentiren, keineswegs die hohen Ziele, welchen die Speculation[35]) scheinbar spielend zustrebte; dennoch aber, und hierin zeigt sich der grosse wissenschaftliche Fortschritt, betrat die experimentelle Forschung, soweit sie das Grosshirn betraf, in ganz anderem Masse als vordem den Boden des psychischen Problems, das einstens die ausschliessliche Domäne der Hypothese gebildet hatte; die experimentelle Physiologie des Kleinhirns hatte aber bereits solche Fortschritte zu verzeichnen, dass die Speculation auf diesem Gebiete fürderhin keinen Spielraum mehr vorfand. Inzwischen hatte sich übrigens die Hypothese selbst genetisch ausserordentlich verändert. Während sie einst metaphysischen, mathematischen, oberflächlichen morphologischen Erwägungen ihr Dasein verdankend in der exacten Physiologie kaum eine Nebenbuhlerin erblickte, stattete sie sich jetzt mit reichlichem anatomischen, embryologischen, vergleichend- und pathologisch-anatomischen Rüstwerk aus oder zog aus den Ergebnissen der experimentellen Forschung Schlüsse, für welche der nüchternen Ueberlegung genügende Prämissen fehlten. Den besten Massstab für den Fortschritt der exacten

Wissenschaft bildet die Ausdehnung der Hypothese, deren Reich in dem Grade zusammenschrumpft, als die erstere zu unanfechtbaren Resultaten führt. Mit dem Emporblühen der Wissenschaft ändert sich der Begriff der Wissenschaftlichkeit.

---

[1]) Encefalatomia universale. Torino 1780.

[2]) Thomson's Annals of philosophy, 1815.

[3]) Physiologie II.

[4]) Neue Zeitschr., 1822.

[5]) Archiv VIII.

[6]) Saggio sopra la vera struttura del cervello e sopra le funzioni del sistema nervoso. Sassari 1809; Torino 1828 (seconda edizione). „Essere il cervelletto un organo che representa una grandissima analogia con un elettromotore per la sua struttura e per le funzioni a cui è destinato.“

[7]) Von der Hirnmetamorphose, Würzburg 1816.

[8]) Versuch einer Darstellung des Nervensystems etc. Leipzig 1814.

[9]) De nervei systematis primordiis commentatio. Manhemii 1813.

[10]) Beitr. zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns. Frankfurt 1814.

[11]) Psychologie in drei Theilen. Stuttgart 1817.

[12]) Vom Baue und Leben des Gehirns und Rückenmarks. Leipzig 1819—1825. III, p. 440—41.

[13]) Magendie, Journal de physiologie expérimentale, 1823.

[14]) Ibid. 1824.

[15]) Coster, ein Schüler Rolando's, suchte die Priorität zu vertheidigen, vide Magendie, Journ. 1823. Magendie und Flourens bekämpften diese Ansprüche.

[16]) Rolando sagt vom Kleinhirn: „è l'organo destinato alla preparazione o secrezione della potenza nervosa, che diversamenta condotta e modificata, atta si conosce al producimento principalmente della mobilità e del movimento musculare.“

[17]) Ibidem. „Non piccola fu la mia sorpresa nel vedere che appena guasto o distrutto dall' uno o dall' altro lato il cervelletto, si manifestavano segni chiarissimi che indicavano una mancanza assoluta di locomozione.“

[18]) Beispielsweise sei ein Experiment angeführt: „Fatta ad altro capretto di due mesi e mezzo una sola apertura col trapano al latro destro senza tor via la dura madre, e quasi senza effusione di sangue, dopo breve riposo, si è reciso il cervelletto con stile tagliente, in modo che fosse intieramente separato dal midollo allungato, e sul momento

si è tagliuzzato in varie direzioni tutto il cervelletto portandone via con spatolino quanto si è potuto. La perdita di sangue non è stata grande, l'animale è rimasto paralitico affatto, ed ha vissuto però ancora tre giorni senza mai fare il movimento delle estremità e cangiare di sito, quantunque fosse sensibile alle offese ed alle irritazioni con cui si cercava di spingerlo al moto."

[19]) Uebrigens darf nicht unerwähnt bleiben, dass Rolando's Anschauungen durch die Untersuchungen von J. Luys und Luigi Luciani in ausserordentlichem Masse gerechtfertigt wurden. Besonders hervorzuheben ist die Bemerkung des letzteren: „Basta ricordare che alcuni dei nostri animali operati di emiestirpazione cerebellare, nei primi giorni dopo l'operazione, rimangono talmente deboli e impotenti nei movimenti degli arti del lato omonimo, specialmente del posteriore, che a prima vista (come accaddele appunto al Rolando) possono essere scambiati per emiplegici." (Il cervelletto, Firenze 1891, p. 221.)

[20]) L. c. „Eseguii la stessa operazione (Kleinhirnexstirpation) in un pesce gatto (squalus catulus L.). Rimesso nell' acqua si agitava con movimenti vaghi ed incerti, nè poteva più darsi al nuoto."

[21]) „Gli emisferi (cerebrali) sono organi destinati alla manifestazione di tutte le operazioni intellettuali, e non già alla loro produzione essendo questa una prerogativa dell' anima."

[22]) Trotzdem hielt Rolando noch an der alten Anschauung fest, dass die Medulla oblongata, die er als „Lebensknoten" vor Legallois und Flourens erkannte, den Sitz des Sensorium commune, des physischen und psychischen Empfindens darstelle.

[23]) F. J. Gall et J. Ch. Spurzheim, Recherches sur le système nerveux en général et sur celui du cerveau en particulier. Paris 1809. Dieselben, Anatomie et physiologie du système nerveux en général, et du cerveau en particulier etc. Paris 1810—1820.

[24]) F. J. Gall, Sur les fonctions du cerveau et sur celles de chacune de ses parties etc. Paris 1822—1825.

[25]) J. Ch. Spurzheim, Phrenology in connexion with the study of physiognomie. London and Edinb. 1826.

[26]) Magendie, Journal, Tom. III, 1823.

[27]) Foville et Pinel Grandchamp, Recherches sur le siége spécial de différentes fonctions du système nerveux, 1823.

[28]) Magendie, Journal 1823. Recherches expérimentales sur le système nerveux (in der Acad. publicirt 1822).

[29]) Magendie, Journal 1823. Magendie, Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux, 1822.

[30]) Nach Magendie liegen im Gehirne zwei Kräfte, von denen die eine, welche im Kleinhirn sitzt, die Vorwärtsbewegung, die andere, in den Streifenhügeln sitzend, die Rückwärtsbewegung veranlasst. Im

gesunden Zustand werden beide Kräfte vom Willen beherrscht und halten sich das Gleichgewicht. Nach Abtragung des einen oder des anderen Hirntheils wird dieses Gleichgewicht insofern gestört, als die Entfernung des Kleinhirns unwiderstehliche Rückwärtsbewegung, die Entfernung der Streifenhügel ebenso unwiderstehliche Vorwärtsbewegung hervorruft.

[31]) Précis élémentaire de physiologie, Pàris 1836.

[32]) „En effet, bien que Haller et son école aient fait beaucoup d'essais sur le cerveau, pour reconnaître ses propriétés vitales, et ce qu'il peut y avoir de spécial dans les fonctions des diverses parties dont cet organe complique se compose, ont peut dire que ces essais n'ont point donné des résultats assez rigoureux, parceque, d'une part on ne connaissait pas suffisamment à cette époque la connexion des parties de l'encephale, ni les directions et les communications de leurs fibres médullaires et que de l'autre, on ne les isolait point assez dans les expériences. Lorsque l'on comprimait le cerveau par exemple, on ne savait pas bien sur quel point de l'intérieur la compression avait porté plus fortement; lorsque l'on y faisait pénétrer un instrument, on n'examinait pas assez jusqu'à quelle profondeur, jusque dans quel organe il s'était introduit."

[33]) Oeuvres complètes (Paris 1880), T. I, p. 17.

[34]) Phil. trans. 1822.

[35]) Vergl. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirnes, Leipzig 1819. Burdach's berühmtes Werk räumte den damals in Deutschland verbreiteten naturphilosophischen Speculationen neben den exacten Ergebnissen einen sehr breiten Raum ein. Der Verfasser selbst huldigte, wenn auch gemässigt, der Naturphilosophie, deren vornehmste Vertreter auf neurologischem Gebiete Schönlein, Eschenmayer, Carus, Reil, Treviranus u. A. waren. Manche ihrer Anschauungen muthen heute deshalb so merkwürdig an, weil sie zum Theil in unserer Zeit auf naturwissenschaftlichem Wege völlige oder doch theilweise Bestätigung erfuhren. Was die kühne Combination prophetisch vorausahnte, machte Secirmesser und Mikroskop zur Gewissheit. So zeigt sich auch hier, dass Vieles, was zu seiner Zeit nicht „wissenschaftlich", d. h. auf exactem Wege beweisbar war, dennoch in „späterer" Zeit, als die Methode Fortschritte gemacht hatte, als wahr erkannt wurde. Es sei uns gestattet, einige Anschauungen Burdach's und seiner Geistesverwandten hieher zu setzen, weil dieselben den Localisationsgedanken bis zu seinen letzten Consequenzen führten.

„In den Hemisphären des grossen Hirns tritt das Gesammterzeugnis der verschiedenen psychischen Momente hervor. In den Stammganglien tritt die Leitung mehr zurück, und die Centrirung und Reflexion wird mehr herrschend; es kommt hier zur sinnlichen Wahrnehmung, und das Bewusstsein beginnt sich zu entwickeln."

„Das Eigenthümliche der Streifenhügel besteht in der näheren Beziehung zum körperlichen Willen, welche ihnen vermittelst der in ihnen erfolgenden Entfaltung der Pyramiden und inneren Hülsenstränge, als ihrer eigenthümlichen Elemente, zukommt. Demnächst haben sie Antheil am Gefühle und am Bewusstsein, aber bloss insoferne sie die Faserungen der hinteren Ganglien aufnehmen, so dass sie in Hinsicht auf Gefühl den Vierhügeln und in Hinsicht auf Bewusstsein den Sehhügeln nachstehen. Während der körperliche Wille als psychische Reactionskraft auf der niederen Stufe in ihnen überwiegend ist, ist ihr Gemeingefühl am stumpfsten, und während sie mit sinnlichem Bewusstsein und Gefühle im nächsten Verkehr stehen, haben sie am wenigsten Einfluss auf Gedächtnis und Verstand.“ Von den Sehhügeln sagt Burdach, „sie haben unter den Ganglien den meisten Einfluss auf die erste Aeusserung der Spontaneität der Seele, auf das Vermögen, die sinnlichen Eindrücke in Einheit zusammenzufassen und so sich seiner selbst bewusst zu werden“ . . . „sie sind die Wurzel des Bewusstseins, welches im Stabkranz sich entwickelt und in den Belegungsorganen sich vollendet. Die Sehhügel enthalten das Centralende der Sehnerven . . . Sie sind also der eigentliche Centralpunkt des Sehens: Wie nun das Sehen die höchste, umfassendste, ihr Object am bestimmtesten und schärfsten erkennende Sinnesthätigkeit ist, so müssen auch die Sehhügel im Verhältnis zum übrigen Hirnstamm mit der klaren, objectiven Erkenntnis in der nächsten Beziehung stehen.“

Die Vierhügel hielt Burdach für Organe der subjectiven Erkenntnis, des Gefühls, des Gemeingefühls (daher auch von Einfluss auf Verdauung und Nahrungstrieb).

Der Balken sollte weder den Sammelpunkt der sinnlichen Eindrücke, noch ein unmittelbares Bewegungsorgan darstellen, er beziehe sich vielmehr ganz auf das psychische Leben und bilde vermöge seiner Gestaltungsverhältnisse das Organ der psychischen Einheit. „Der Balken könnte es vermitteln, dass beide Hemisphären bei der Sensation zusammenwirken, so dass die Thätigkeit der gleichen Punkte beider in eine und dieselbe Vorstellung übergeht . . .“ „. . . Seine höhere Function wird darin bestehen, die räumliche Form von den sinnlichen Vorstellungen abzustreifen und in der Erkenntnis von den Erscheinungen zur Wesenheit vorzudringen. Es wird also das Organ des Verstandes und dadurch der höheren Seelenkräfte überhaupt sein.“

Der Fornix erscheint Burdach als der leibliche Ausdruck der Phantasie, die Markkügelchen beziehen sich auf die sinnliche Wahrnehmung, die vordere Commissur soll die Einheit niederer Vorstellungen herstellen, die Zirbeldrüse eine allgemeine Stimmung des Hirnlebens bedingen u. s. w. „Das kleine Hirn,“ sagt er, „ist das Mittelglied zwischen dem Rückenmark und dem grossen Hirn . . . Es

steht in einer näheren Beziehung zum Leben des Rumpfes, vorzüglich mit dem Herzschlage und den Geschlechtsfunctionen . . . Das kleine Hirn empfängt die Eindrücke des Gemeingefühls und sämmtlicher Sensationen, welche sich aber in ihm noch nicht zu Vorstellungen gestalten, sondern allgemeine, unbestimmte, subjective Affectionen bleiben. Verhältnismässig ist in ihm die Beziehung zur Irritabilität vorherrschend, vorzüglich aber wirkt in ihm der bewusstlose Trieb, welcher, aus dem pflanzlichen Seelenleben hervortretend, auf pflanzliche Weise zweckmässige Bewegungen hervorbringt, unter dem Einflusse des bewussten Willens aber zu diesem Zwecke die nöthigen Mittel in Bewegung setzt. Der Wurm soll den Sitz des Lebensgefühls abgeben, die Flocken in Beziehung zum Gehör stehen, die Bindearme die im Kleinhirn entstandenen Erregungen des pflanzlichen Seelenlebens zum Gefühl erheben etc. Die Medulla oblongata betrachtet er als denjenigen Hirntheil, „welcher als das äusserste Glied das Psychische mit dem übrigen Leben zunächst verknüpft, selbst sehr empfindlich, das dunkle Gemeingefühl percipirt, die ersten Eindrücke des Geschmacks und Gehörs aufnimmt, überhaupt aber die Grundlage der Sensation und somit die Basis des psychischen Lebens darstellt und am meisten auf Irritabilität und Plasticität sich bezieht, und zwar so, dass es der Sitz des bewusstlosen Instincts und der Durchgangspunkt für den Impuls des Willens, der Bestimmungsgrund des Athmens, der Hauptsitz der Wechselwirkung mit dem Gefässsystem, der Durchgangspunkt für den Verkehr mit der Verdauung und der Reflexionspunkt für die Harn- und Geschlechtsfunction ist und dass es endlich die unteren und hinteren Körpertheile mehr eigenmächtig, die oberen und vorderen aber mehr vermöge des ihm von den übrigen Hirntheilen übergebenen Impulses bestimmt."

Schon diese Stichproben verrathen, dass die damalige Hirnlocalisationshypothese sich keineswegs lediglich auf vage Speculation gründete, sondern vielmehr, dem Streben nach Abschluss entsprechend, auf den spärlichen Grundsteinen, welche die experimentelle und anatomische Forschung beistellte, mit Hilfe kühner Combination ein anscheinend gefestetes Gebäude aufzuführen versuchte. Der Ausspruch Sömmerring's: „Praeter thalamorum usum ad perficiendum visus sensum nullius particulae ne probabili quidem conjectura hacdum assecutos esse physiologos", war rasch veraltet. Von besonderer Bedeutung ist es, dass man auf die wichtige Rolle, welche die Hirnrinde spielt, aufmerksam wurde. Treviranus (Biologie VI) suchte in den Windungen das Vermögen, die Modificationen der Sinnesgegenstände aufzufassen und die sinnlichen Eindrücke zu verknüpfen und aufzubewahren. Er localisirte den Gesichtssinn im Hinterlappen, den Geruch im Vorderlappen, das Gehör im Cerebellum. Nach Burdach hingegen sind die Gyri etwas Homogenes und Allgemeines, welches sich nicht auf einzelne Sinnesarten beziehen

kann, sie sind nicht in unmittelbarer Verbindung mit der Sinnesperception, sondern mit dem Verstande und der Phantasie. Home (Phil. trans. 1821) erklärte die Rinde ebenso wie vorher Mayer als Sitz des Gedächtnisses.

Grossen Spielraum gestand sich die Combination in der Frage nach der Bedeutung der Ganglien des Gross- und Mittelhirns zu. So bezog z. B. Autenrieth die hinteren Vierhügel auf Gewandtheit und angreifenden Muth, die vorderen auf Schnelligkeit der Bewegung. Der Balken wurde fast allgemein für das höhere Seelenleben in Anspruch genommen; nach Reil deutete hierauf schon die subjective Erfahrung, da man während des erschwerten Denkens Druck in der Stirne und am Scheitel empfinde. Die Ammonshörner sollten nach Treviranus wegen ihrer Beziehung zu den Geruchsnerven bei der Erinnerung wirksam sein, weil diese durch Geruchseindrücke erweckt würde.

Ueber die Kleinhirntheorien haben wir schon oben berichtet. Der Wurm, meinte Treviranus, hat Einfluss auf die Athmungsbewegung, weil er an Grösse dem Kleinhirnschenkel entspricht, in dessen Nähe der Vagus entspringt. Die Flocken sollen nach Carus mit der Ausbildung des Gehörorgans in Beziehung stehen.

Sogar an die Oliven wagte sich die Speculation. Schönlein hielt sie für die Brennpunkte der Bewegungsnerven sämmtlicher Sinnesnerven; nach Treviranus steht ihre Entwicklung in geradem Verhältnis zur Zahl der Grosshirnwindungen.

Wie sehr auch das Alte, scheinbar längst Ueberwundene auferstehungsfähig ist, zeigte Eschenmayer's Ansicht von der Bedeutung der Zirbel. Er sagte (Psychologie, Stuttgart 1817): „Wo grosses Hirn, kleines Hirn und verlängertes Mark zusammentreffen, muss das Centralorgan zu finden sein. Dies ist also die Zirbel, die unpaarig, selbstständig, von aller Differenz frei und von allen Seiten umflossen ist von dem ätherischen Principe, das durch die Hirnhöhlen zieht. Sie ist der Regulator der expansiblen Secretionen und der herrschende Beziehungspunkt der Gefässgeflechte; ebenso reguliert sie, wie das Herz den Kreislauf, die Bewegungen des ätherischen Princips, welche die Wechselwirkung von Leib und Seele vermitteln. Da sie nun ausser diesem ätherischen Principe als der höchsten organischen Projection und Expansion, den Hirnsand, als ein unorganisches, höchst contrahirtes Product gibt, so ist sie die höchste Indifferenz, welche den Lebensact des Gehirns regiert; die Centralsonne des Mikrokosmus; das höchste organische Gewächs; der Keim des ganzen Organismus, der sich bei der Zeugung gestaltet, und aus welchem erst das Gehirn, dann das Herz, dann die Leber sich entfaltet."

Anhang.

Die wichtigsten Lehrsätze, welche sich am Schlusse dieses Zeitraums, also vor Flourens und Magendie, allgemeiner Anerkennung erfreuen konnten, lassen sich kurz folgendermassen formuliren*).

Das Centralnervensystem ist die höchste Leitstelle des animalen und vegetativen Lebens und übt seine Function auf dem Wege der Nervenverbreitung aus, vermittelst einer. ihrem Wesen nach unbekannten Nervenkraft. Seine Einwirkung ist theils eine directe, unbedingt nöthige, theils nur eine regulatorische Anreizung.

Das Gehirn, in einer steten, von respiratorischen und circulatorischen Momenten abhängigen Bewegung begriffen. ist gegen Reize jeder Art unempfindlich. Es bildet beim Menschen und den höheren Thieren den obersten Sitz der Empfindung und vermittelt die Bewegung durch contralaterale Innervation. Der wichtigste Centralpunkt der Bewegung liegt in der Medulla oblongata, von welcher allein durch mechanische, chemische, elektrische Reize Motilitätsphänomene hervorgerufen werden können.

Vom Grosshirn wirkt der Wille als Incitament, seine

---

*) Hier sind selbstverständlich nur die Experimentalergebnisse beberücksichtigt. Viel reichhaltiger konnten die Sätze der Nervenphysiologie sein, soweit sie aus den Resultaten der pathologischen und vergleichenden Anatomie schöpfte.

Zerstörung alterirt oder schwächt die Bewegung in verschiedenem Grade (je nach der Thierklasse), namentlich wenn die Streifenhügel mitbetroffen sind. Die centrale Localisation der Gesichtsempfindung liegt in den Grosshirnlappen.

Das Kleinhirn dürfte auf die Intensität und Regularität der Bewegung von Einfluss sein (Rolando).

Bei Vögeln, Kaltblütern etc. sind auch nach der Enthauptung spontane oder durch Reize hervorgerufene, anscheinend zweckmässige Bewegungen möglich, von welchen es unentschieden ist, ob sie mit Bewusstsein und Empfindung verbunden sind oder ohne diese ablaufen.

Der einzige, unbedingt lebenswichtige Hirntheil ist die Oblongata, welche die Respiration anregt und beeinflusst. Ihre Zerstörung hebt die Athmung auf. Die Anregung zur Athmung geht von einer in der Nähe des Vaguskernes gelegenen Stelle aus (Bell, Legallois).

Das Rückenmark ist der Leiter der Empfindung und Bewegung, welche gesonderte Bahnen besitzen dürften, indem die aus den hinteren Rückenmarksnervenwurzeln hervorgehenden Fasern mehr der ersteren, die aus den vorderen Rückenmarksnervenwurzeln austretenden Fasern der letzteren zu dienen scheinen. Reizung der vorderen Wurzeln erzeugt Bewegung, Durchschneidung derselben Lähmung; Reizung der hinteren Wurzeln erzeugt keine Bewegung, Durchschneidung derselben keine Lähmung (Bell). Halbseitige Durchtrennung des Rückenmarks bewirkt gleichseitige Lähmung. Die Folgen der Durchtrennung sind verschieden, je nach der Höhe, wo sie vorgenommen wird, was sich insbesondere in den Theilen manifestirt, welche durch Innervation der Athmungsmusculatur die Respiration reguliren.

Ausser der Respiration wird mehr oder minder auch die Herzthätigkeit, die Verdauung, Harnsecretion, Geschlechtsfunction vom Rückenmark beeinflusst.

Die Bildung der thierischen Wärme ist in ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis zum Nervensystem gestellt.

Wir führten diese Sätze nicht deshalb an, um den Abstand des damaligen Standpunkts vom heutigen zu kennzeichnen, als vielmehr um hinzuweisen, welche grosse Aufgaben eines Flourens, Magendie, Marshall Hall harrten.

Was diese Heroen der Forschung leisteten, beruhte nicht so sehr darauf, dass sie überhaupt experimentirten, als auf der Art, wie sie experimentirten. Sie kamen zu ihren grossen Erfolgen durch die „Exactheit" der Methode, durch die Verfeinerung der Beobachtung, durch die Erweiterung des Forschungsgebietes.

Jede dieser naturwissenschaftlichen Cardinaltugenden dankte ihren Ursprung dem wissenschaftlichen Milieu. Dieses war es, welches die Arbeiten so unvergleichlich über die Leistungen der Vorgänger erhob. Die „Exactheit" der Methode war die Folge der genaueren anatomischen Kenntnisse, welche den Zusammenhang der Centraltheile, den Faserverlauf, nachwies und die scharfe Umgrenzung des experimentellen Eingriffs nun nicht mehr so gleichgültig erscheinen liess; auch zeigte die pathologische Anatomie, wie schwere Functionsstörungen allein durch Extravasate, durch Compression zu Stande kommen. Die Verfeinerung der Beobachtung basirte. abgesehen von der Nutzanwendung aus den Widersprüchen und Irrthümern der früheren Experimentalphysiologen, zum Theil auf der Thatsache, dass die klinische Beobachtungsweise weitaus an Schärfe zugenommen hatte. Die Erweiterung des Forschungsgebietes, welches sich namentlich durch Berücksichtigung der Intelligenzäusserungen und der Sinnesempfindungen documentirte, lässt sich auf Elemente zurückführen, welche aus der vergleichenden und pathologischen Anatomie in das Experiment hineingetragen wurden. Lehrte doch die erstere, dass das Grosshirn im

Verhältnis zum Intellect zunimmt, dass zwischen dem Entwicklungsgrade mancher Gehirntheile und gewissen Functionen ein bestimmtes Verhältnis besteht. Die pathologische Anatomie und die Klinik zeigten, dass in gewissen Fällen von Hirnläsionen zwar keine vegetativen Störungen, keine Alterationen der Athmung und des Kreislaufs, kaum Spuren von Lähmung, wohl aber schwere Sinnes- oder Intelligenzdefecte bemerkt werden.

Leichter noch als bei Flourens und Magendie wäre es bei Marshall Hall nachzuweisen, wo die Wurzeln seiner Erfolge lagen. Lässt sich doch eine Kette von Whytt, Unzer, Prochaska, Ch. Bell bis zu Marshall Hall schliessen. Dem Erstgenannten schuldete er den leitenden Gedanken, dem Letzteren die anatomisch-physiologische Basis, auf der sich die Lehre von der Reflexbewegung erheben konnte.

Und wie die weitere Verfolgung der Geschichte zeigte, konnte die Experimentalphysiologie niemals der Klinik und Anatomie gänzlich entrathen. Wo diese nicht eingriff, verwerfend, bestätigend, einschränkend oder erweiternd, führte das Experiment zu Irrthümern oder zu einer Stagnation der Forschung.

Schlusswort.

> Novi profecte, quod scientia fit per additionem partis ad partem, quodque nos omnes, tamquam pueri in collo gigantis sumus, longeque plura videre possumus, quam viderit Antiquitas. Caecilius Folius.

Wir versagen es uns, an dieser Stelle eine eingehende Rückschau auf die durchwanderten Zeitperioden zu werfen, da wir ohnedies in stetem Hinblick auf die Gegenwart das allmähliche Werden und Wachsen, Keimen und Spriessen unserer Wissenschaft beobachteten und wenigstens die wichtigsten Fäden der Forschung aufzudecken bemüht waren, welche in mannigfachen Verschlingungen bis Flourens sich hinziehen.

Von der erhabenen Warte der heutigen Erkenntnis betrachtet, erscheint der wissenschaftliche Erwerb, den die Vorfahren nach heissem, mühevollem Ringen hinterliessen, so dürftig und mangelhaft, so unsicher und zweifelhaft, dass sich die moderne Experimentalwissenschaft, auf ihre grossen Erfolge pochend, in einer Anwandlung aristokratischen Stolzes versucht fühlen könnte, jeden genetischen Zusammenhang mit der alten Hirn- und Rückenmarksphysiologie zu leugnen.

Aber darf der Sprössling einer Wissenschaft, welche überall das Wirken des Entwicklungsgesetzes nachzuweisen bestrebt ist, es verschmähen, seinen eigenen Wurzeln nachzugraben, kann ein Zweig der Wissenschaft, die schon in unscheinbaren Keimen reifende Früchte vorgebildet sieht, des

eigenen Ursprungs uneingedenk sein, bloss deshalb, weil er dürftig, ärmlich ist?

Doch sei es! Gesetzt, die moderne Hirn- und Rückenmarksphysiologie datirte ihren Ursprung erst von den Tagen, da Flourens und Magendie, Bell und Marshall Hall die Fackel entflammten, gesetzt, sie leugnete, dass die lang vergessenen Forscher verflossener Jahrhunderte die ersten Stufen in den Fels gehauen, der nunmehr leicht erklommen werden kann; wer aber könnte, ohne der Wahrheit nahe zu treten, verkennen, dass jederzeit ein Endzweck das heiss ersehnte Ziel darstellte, solange man zum Thierversuche griff, dass ein Gedanke das Neue wie das Alte durchgeistigend erfüllt, dass ein Denkgesetz die alte und die neue Methode des Experiments beherrschte.

Der Endzweck unserer Wissenschaft war zu allen Zeiten, den Erkenntnisdrang aus den Banden der Metaphysik zu befreien und der Heilkunst neue Bahnen anzuweisen.

Der Gedanke, welcher in allen Phasen ihres Werdens immanent die Forschung beseelte, bisweilen verdunkelt, aber niemals gänzlich unterdrückt wurde, war die Localisationsidee, die schon die Tage trüber Speculation mit Dämmerlicht übergoss.

Das Denkgesetz, das die Grundlage der experimentellen Methode bildete, lehrte durch Reiz oder Elimination, aus Reiz- oder Ausfallssymptomen die Function des geheimnisvollsten der Organe zu erschliessen.

Verweilen wir bei dieser Trias, um klarer zu erkennen, wie sich die ganze Entwicklung der experimentellen Hirn- und Rückenmarksphysiologie um diese einheitliche Stütze rankt, wie jede spätere ihrer Phasen in cyklischer Erweite-

rung auf die früheren Ausgangspunkte zurückblickt und in zunehmender Vervollkommnung nicht als einfache Wiederholung, sondern als Steigerung vergangener Epochen erscheint.

Dass die junge Wissenschaft von Anfang an als Antagonist der Philosopheme auftrat, bedarf wohl keines Beweises. Schritt vor Schritt sehen wir die System-Architekten zurückweichen in dem Masse, als nüchterne Erfahrung die Thätigkeit des Nervensystems enträthselt. Ursprünglich fiel ja die Betrachtung des ganzen Menschen, der psychischen und somatischen Vorgänge in den Rahmen der Philosophie, da die Lebenskraft vom Seelenbegriff völlig umfasst wurde. Der erste Sieg, den die experimentelle Gehirnphysiologie erfocht, bestand darin, die Beziehungen des Centralnervensystems zur „Anima vegetativa" festzustellen, nachdem die vitale Bedeutung des Organs unzweifelhaft geworden war. Mehr als zwei Jahrhunderte währte dieses wissenschaftliche Ringen, welches sich nur auf die Untersuchung des centralen Abhängigkeitsverhältnisses der Herzaction und der Athmung, sowie der vegetativen Processe bezog. Parallel damit lief ein anderes Unternehmen, welches wiederum ein Stück aus dem Mantel der Speculation herausriss, die Untersuchungen über die motorische und sensible Thätigkeit des Gehirns und Rückenmarks. So wurde das physische Correlat der fühlenden, der wollenden Seele näher erforscht. An die Grenzscheide der alten und neuen Periode fallen bereits die Versuche, die Grundlagen des höheren Seelenlebens, die Sinnesempfindungen dem Experiment zugänglich zu machen. Jede dieser Richtungen fand ihre Vervollkommnung erst in unserem Jahrhundert, aber jede lässt sich weit zurück verfolgen. Die Vorbereitungen zur Hauptschlacht, in welcher über die nähere Beschaffenheit der materiellen Grundlagen des Intellects entschieden werden soll, gehören, soweit dem psychophysiologischen Ex-

periment ein Votum gebührt, der neuesten Zeit an. Trotz der grossen, quälenden Lücken enthüllte die experimentelle Physiologie im Laufe ihrer Entwicklung mehr von dem Zusammenwirken seelischer und leiblicher Vorgänge, als die stolzen Lehrgebäude der Philosophie, wobei sie noch das Eine voraus hat, „dass sie weiss, was sie nicht weiss", und sich dafür um so redlicher bemüht, den Theil des der Erfahrung sichtbaren Spectrums aufzuhellen.

In noch mehr bewusster Absicht verfolgte die alte und die neue Forschung den praktischen Zweck, zur Erweiterung der Heilwissenschaft beizutragen; entsprang sie doch zum grossen Theil den dringenden Bedürfnissen der Chirurgie und Medicin. Sollte doch das Experiment eine der Grundlagen für Diagnostik, Prognostik, ja selbst für die Therapie der Läsionen des Centralnervensystems bilden. Seit den Tagen Galen's, der seine Zeitgenossen durch seine Diagnose des spinalen Sitzes einer Empfindungslähmung in Staunen setzte, seit den flammenden Worten Steno's, der sogar die Application von Heilmitteln erst experimentell im Thierversuch zu erproben empfahl, seit den herrlichen Leistungen eines Pourfour du Petit, Molinelli, A. Louis, Sabouraut, Chopart, welche die Lehre vom Contrecoup und der Diagnostik cerebraler Processe begründeten, lässt sich bis heute eine Kette erfolgreicher Untersuchungen nachweisen, die die Kenntnis der Hirntopik bereicherten. Und jeder Zeitraum legte einen Keim für die Zukunft.

Wie der Endzweck ein doppelter, ein idealer und praktischer, so basirte auch die treibende Idee, der Localisationsgedanke auf zwiefacher Stütze, seine Quellen lagen in der Philosophie einerseits, in der Pathologie andererseits. Wie das „Ich" in reflectirender Selbstschau mehrere Grundvermögen seiner Psyche erblickte, so fühlte es sich gedrungen, jedem dieser Seelenvermögen im Denkorgan einen besonderen

Sitz zur Wirkungsstätte anzuweisen. Neben diesen psychischen Kräften wurde aber auch hie und da die Wechselbeziehung von Seele und Leib durch eine entsprechende Hirnlocalisation sozusagen somatischer Seelenfunctionen (vierter Ventrikel) gekennzeichnet. Diese letztere Localisation war aber schon mehr realen Ursprungs, da sie aus der Beobachtung von Hinterhaupts- und Nackenwunden hervorging. Später berief man sich auch zur Vertheidigung der Localisation der Seelenvermögen auf praktische Erfahrungen. In der Geschichte des Hirnexperiments hatte zunächst die Localisation der „Anima vegetativa", wie sie Willis vornahm, Bedeutung. Im Widerstreit der Versuche wurde endlich erwiesen, dass das Kleinhirn nicht den Sitz der Vitalität ausmacht, so wenig wie der Balken oder gar die harte Hirnhaut. Als Reaction, nicht als gänzlicher, sondern nur scheinbarer Rückschritt wirkte die Haller'sche Lehre, während Lorry und seine Nachfolger bis heute der Oblongata jene Rolle zusprachen, welche in der Willisianischen Theorie dem Kleinhirn zukam. Da man nach dem Wesen der Vitalität forschte und Herzschlag und Athmung als die lebenswichtigsten Vorgänge erkannte, so wurden diese beiden in der Oblongata localisirt. Die Untersuchungen, namentlich englischer Physiologen, entwirrten die centrale Leitung der Respiration derart, dass man allmählich zur Erkenntnis kam, dass wohl der Antrieb zur Respiration vom Boden der Rautengrube ausgeht, der Athmungsmechanismus aber von verschiedenen Stellen des Marks geleitet wird. Die Localisation der Herzthätigkeit verwandelte sich, nachdem einige Zeit hindurch jedweder nervöser Einfluss geleugnet worden war, in eine Localisation regulatorischer Kräfte. Und was Willis dem Kleinhirn zuerkannt hatte, die Beeinflussung aller vegetativer Thätigkeiten, wurde als Function des Rückenmarks nach und nach festgestellt. Die neue Zeit hatte die groben Localisationen nur zu ver-

feinern, d. h. die Bestimmung der verschiedenen Centren der Oblongata und des Rückenmarks vorzunehmen.

Rein der Pathologie entstammend, welche jederzeit im bunten Bilderwechsel ihrer Erscheinungen, den Gedanken an einen bestimmten centralen Sitz der Motilität und Sensibilität, der verschiedenen Sinnesempfindungen nahegelegt hatte, verfolgte eine andere Reihe von Localisationsversuchen Probleme, die erst in jüngster Zeit der Lösung nahe schienen.

Zweimal bildete das Rückenmark den Ausgangspunkt der Forschung. Das erste Mal, nachdem Galen die verschiedene Symptomatologie der Rückenmarksdurchtrennung demonstrirt hatte, das zweite Mal, nachdem von Ch. Bell die verschiedene Function der hinteren und der vorderen Wurzeln gezeigt worden war. Die Bewegung wurde bald im ganzen Organ, bald nur im Kleinhirn oder Grosshirn, am häufigsten aber in der Oblongata oder den Streifenhügeln localisirt, ohne dass man, mit Ausnahme des kurzen Intervalls einiger französischer Chirurgen, dem Cortex Beachtung schenkte. Hier schufen erst die neuen Entdeckungen Wandel, da sie die Jahrhunderte lang übersehene Reizbarkeit einzelner Rindenabschnitte bekannt machten. Jedoch versuchten Einige schon im 18. Jahrhundert eine corticale Localisation der Motilität, die unserer heutigen Vorstellung entspricht. Die werthvollste Errungenschaft bildete aber der experimentelle Nachweis der contralateralen Innervation.

Die centrale Localisation der Empfindung, welche vielfach versucht wurde, war wegen Unkenntnis der corticalen Reizbarkeit, des gesonderten Verlaufs von motorischen und sensiblen Nervenbahnen, namentlich aber wegen der Vermengung willkürlicher und reflectorischer Bewegungen unmöglich vor Flourens und Marshall Hall. Ebenso gelangen erst kurz vor Flourens die Versuche, den centralen Sitz der Seh- und Hörempfindung im Grosshirn ausfindig zu

machen. Alle diese Lücken füllte die moderne Hirnphysiologie in kaum geahnter Weise aus.

Die Principien der Methode, welcher sich alte und neuere Physiologen im Wesentlichen bedienten, sind dieselben, wenn auch selbstverständlich der Wissenschaft unseres Zeitalters in Folge des Aufschwungs der Anatomie, Chirurgie, der Technik ganz andere Hilfsquellen zur Verfügung stehen, welche noch durch eine scharfe Controle von Seiten der mikroskopischen Forschung unterstützt werden. Aber immer bildete das Naturexperiment das Prototyp, das Schema. Seinem Vorbilde, der Läsion, entsprach die rohe Zerstörung, Zermalmung, Durchschneidung, Durchbohrung, schichtenweise Abtragung, endlich die Ausschälung, andererseits die Compression, in neuerer Zeit die Corrosion. Aus den Läsionsversuchen entwickelten sich die Reizversuche, da man bei Anwendung der genannten Methoden Hyperkinesen zu beobachten Gelegenheit hatte. Die Reizmittel waren mechanische (Stiche, Schnitte etc.), chemische, elektrische; die Neuzeit fügte die subcutane Injection von Giftstoffen hinzu. Ausfalls- und Reizsymptome gaben die Handhabe zur Functionsbestimmung; die Ueberschätzung der letzteren, resp. der Umstand, dass man die anfänglichen Reizerscheinungen von den dauernden Ausfallsphänomenen nicht trennte, war eine der Hauptfehlerquellen der alten Physiologie.

Nachdem wir so Vieles gesehen, was um alte und neue Forschung ein einigendes Band schlingt, wollen wir auf einige tiefgehende Differenzen beider hinweisen, ohne aber die modernen thatsächlichen Errungenschaften zu berühren, welche zum Theile die Entwicklung der Keime darstellen, welche die Vergangenheit unmerklich streute. Die neue Wissenschaft, der es gelang, so manche polare Extreme in einem versöhnenden Indifferenzpunkt zu einigen, unterscheidet sich zunächst darin, dass sie nicht mehr das Centralnervensystem,

geschweige denn das Gehirn allein als Kraftquelle aller körperlichen Functionen betrachtet. An Stelle des Kraftspenders trat die Reizvorrichtung. Damit hängt es auch zusammen, dass sie die Begriffe der Regulation, der Coordination etc. zur Geltung brachte und sich die Nervenwirkung nicht unter dem Bilde des Grobmechanischen, sondern des Chemischen vorstellt.

Die Vereinigung aller Nerventhätigkeit in einem Kraftpunkt als Reflex der Bewusstseinseinheit, wie sie das punktförmig gedachte Sensorium commune, die Annahme, dass das Gehirn das einzige Centrum bildet, das Rückenmark bloss einen Leiter der Impulse darstellt, u. A. spiegelt, ist unter dem Eindruck des Reflexmechanismus einem mehr oder minder coordinirten Ganglienstaate gewichen, dessen Mitglieder nicht bei jeder Thätigkeit an den leitenden Senat zu appelliren haben. Der Begriff der „Centren" gehört der neuen Zeit an, wenn sich auch manches Vorbild früher zeigt, ebenso die Vorstellung der Automatie, ferner des Zusammenhangs der Fasersysteme. In ganz anderer Weise wurden auch die Annahme der Projection, Association, Coordination, Reflexaction begründet und der Bahnung die „Hemmung" entgegengestellt. Die letztere war den Alten nahezu unbekannt, sie konnte erst nach völliger Aufdeckung der Reflexvorgänge und der Vaguswirkung verstanden werden. Wie sehr der Begriff Regulation mit der Kenntnis vasomotorischer und trophischer Nerven zusammenhängt, bedarf hier keiner Auseinandersetzung.

So wie die Begriffe, von denen aus das Experiment Beurtheilung findet, ist auch die Technik eine andere geworden. Alle Vorzüge der letzteren vereinigen sich zu dem idealen Zwecke: durch scharfe Localisation des Eingriffs unter Ausscheidung störender Nebenbedingungen, die theils in der Beschaffenheit des Ver-

suchsthieres, der umgebenden Verhältnisse, der Operationsart etc. liegen, nur jene Wirkungen zu erzielen, welche von einer bestimmten Eingriffsstelle durch einen bestimmten Reiz in einer gewissen Beobachtungszeit auslösbar sind; nur so nähert man sich dem Wesen des Experiments, das ja in der quantitativ bestimmbaren Veränderung der Bedingungen des Geschehens besteht. Wie viele durch treffende Gedanken inspirirte Versuche scheiterten einst in Folge der technischen Unterlassungssünden! Die Anatomie war die Mutter der Exactheit in der Experimentaltechnik.

Alle Mängel und Fehler der alten Forschung finden ihre Erklärung theils in dem tiefen Stande, theils in der geringen Berücksichtigung der Hilfswissenschaften. In dem Masse als diese fortschritten, erhob sich auch die Experimentalwissenschaft. Was einst nur die philosophische Speculation war, das wurden und sind heute noch die Anatomie in all ihren Zweigen, die pathologische und vergleichende Anatomie, die Embryologie und die Klinik: die Hilfsquellen des Experiments, die Controle der Folgerungen, die berathenden Helferinnen, welche bald verwerfen oder bestätigen, erweitern oder einschränken. Wie oft musste die moderne Gehirnphysiologie, um nicht zu versumpfen, an Klinik und pathologische Anatomie anknüpfen! Welch grossen Einblick in das complicirte Rädergetriebe der sensorischen und psychischen Erscheinungen dankt sie diesen! Das Experiment bildet ja nur eines der Samenblätter, welche den kotyledonenartigen Keim der Wissenschaft umschliessen! Wie Vieles muss im besten Sinne des Wortes hineingetragen werden, damit alle Feinheiten der zu beobachtenden Phänomene in die Augen fallen. Das Sehen kann nimmer das Schauen ersetzen; das zeigte sich am besten in der Beobachtung der Bewegungsstörungen.

Jeder Forscher verdankt unendlich viel dem Milieu und der Vergangenheit; denn jede Idee, jede wissenschaftliche That wird wiedergeboren, wenn sie auch lange Zeit verdunkelt war, und wandelt den Pfad der Unsterblichkeit, wenn der Name ihres ersten Urhebers auch lange verschollen ist.

Das Studium der Vergangenheit mag hie und da Nutzen stiften, da sie der Gegenwart den Spiegel ihrer Entwürfe und Probleme, ihrer Erwartungen und Enttäuschungen, ihrer Mängel und Fehler vorhält, zwar oft in verzerrter Gestalt, immer aber in einem unverrückbaren Verhältnis: „Tat twam asi" (das bist du). Grösser aber als der Nutzen ist die Zuversicht, welche man gewinnt, dass die Wissenschaft in unaufhaltsamem Aufschwung begriffen ist und jede scheinbare Reaction ein positives Element in sich enthält. Der Geschichtsforscher wagt es, aus der Vergangenheit die Zukunft zu lesen, wie der Mathematiker aus einem gegebenen Stück den weiteren Verlauf der Curve zu bestimmen versucht.

Autorenregister.

T.

U.

V.

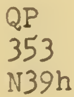
W.

Z.

Errata.

S. 2, Z. 7 v. o. lies statt das Bereich — den Bereich.
„ 14, „ 18 „ o. „ „ Anfbau — Aufbau.
„ 19, „ 7 „ o. „ „ Bausch — Pausch.
„ 24, „ 17 „ o. „ „ voluntaria — voluntario.
„ 30, „ 17 „ o. „ „ plurimus — plurimos.
„ 32, „ 7 „ u. „ „ ihrer kenntniskritisches — ihr erkenntniskritisches.
„ 44, „ 2 „ u. „ „ anscheinlich — anscheinend.
„ 52, „ 3 „ u. „ „ cette — cettes.
„ 54, „ 1 „ o. „ „ seine — eines.
„ 64, „ 2 „ u. „ „ eine — einem.
„ 70, „ 9 „ o. „ „ wur — war.
„ 85, „ 16 „ u. „ „ Arrythmie — Arythmie.
„ 98, „ 3 „ o. „ „ durch Thierversuche gewährt worden war — durch Thierversuche Einblick gewährt worden war.
„ 98, „ 8 „ u. „ „ sehen — sahen.
„ 103, „ 10 „ o. „ „ sei — seien.
„ 125, „ 13 „ o. „ „ der Sitz — den Sitz.
„ 131, „ 6 „ o. „ „ Reize — Reizung.
„ 136, „ 1 „ u. „ „ vicariren — vicariiren.
„ 139, „ 5 „ u. „ „ dass die — dass sie die.
„ 150, „ 3 „ o. „ „ vicarirend — vicariirend.
„ 160, „ 14 „ u. „ „ Vaudelli — Vandelli.
„ 165, „ 8 „ o. „ „ dem — den.
„ 166, „ 6 „ u. „ „ grauser — krauser.
„ 168, „ 5 „ u. „ „ Preyer — Peyer.
„ 186, „ 12 „ u. „ „ angefürten — angeführten.
„ 223, „ 12 „ u. „ „ duram — durum.
„ 264, „ 6 „ u. „ „ Milne, Edward, — Milne Edwards.
„ 307, „ 11 „ o. „ „ Herbert May — Herbert Mayo.
„ 308, „ 1 „ o. „ „ 1883 — 1833.
„ 310, Anmerk. 20 „ „ Hyperästhesie der entgegengesetzten Seite — Hypästhesie der entgegengesetzten Seite.
„ 317, Z. 14 v. u. „ „ Roland's — Rolando's.
„ 327, „ 14 „ u. „ „ Empfindungsfähigheit — Empfindungsfähigkeit.


UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
A 000 871 172 3


QP
353
N39h

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.